



TUGAS AKHIR - SM 141501

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS STATISTIK MULTIVARIAT PADA PROSES PEMBUATAN KERAMIK DI PT. PLATINUM CERAMICS SURABAYA

**HIMATUL KHUMAIROH
NRP 1211 100 055**

**Dosen Pembimbing
Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes
Dra. Sri Suprpti H., M. Si**

**JURUSAN MATEMATIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2015**



Final Project - SM 141534

***MULTIVARIATE ANALYSIS OF QUALITY
CONTROL PROCESS OF CERAMICS ON PT.
PLATINUM CERAMICS SURABAYA***

**HIMATUL KHUMAIROH
NRP 1211 100 055**

**Dosen Pembimbing
Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes
Dra. Sri Suprpti H., M. Si**

**JURUSAN MATEMATIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2015**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS STATISTIK
MULTIVARIAT PADA PROSES PEMBUATAN KERAMIK DI
PT. PLATINUM CERAMICS SURABAYA**

***MULTIVARIATE ANALYSIS OF QUALITY CONTROL PROCESS
OF CERAMICS ON PT. PLATINUM CERAMICS SURABAYA***

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains pada
Bidang Minat Terapan
Program Studi S-1 Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

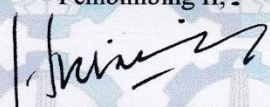
HIMATUL KHUMAIROH

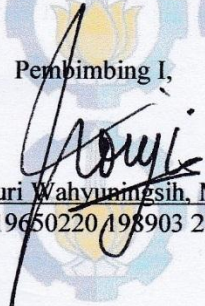
NRP. 1211 100 055

Menyetujui,

Pembimbing II, -


Pembimbing I,


Dra. Sri Suprpti H., M.Si
NIP. 19540222 198403 2 001


Dra. Nuri Wahyuningsih, M.kes
NIP. 19650220 198903 2 002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Matematika
FMIPA-ITS


Prof. Dr. Etta Apriliani, M.Si
NIP. 19660414 199102 2 001
Surabaya, Juli 2015

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS STATISTIK MULTIVARIAT PADA PROSES PEMBUATAN KERAMIK DI PT. PLATINUM CERAMICS SURABAYA

Nama Mahasiswa : Himatul Khumairoh
NRP : 1211100055
Jurusan : Matematika
Dosen Pembimbing : 1. Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes
2. Dra. Sri Suprpti H., M.Si

Abstrak

PT. Platinum Ceramics merupakan produsen keramik terbesar di Indonesia dimana produknya telah diekspor ke lima benua. Untuk menjaga dan meningkatkan dominasi pasar, maka kualitas produk harus dilakukan secara terus menerus. Dalam proses produksi, terdapat beberapa variabel kualitas yang menentukan bagus tidaknya suatu produk sehingga variabel-variabel tersebut harus diperhatikan agar kualitas tetap terjaga. Diantaranya adalah variabel Densitas, Viscositas, dan Residu. Dalam menganalisa variabel-variabel tersebut, digunakan peta kendali Hotelling T^2 untuk pengendalian kualitas multivariat dan Metode Behren Fisher untuk pendeteksian perbedaan kualitas produksi, serta analisis kapabilitas proses produksi untuk mengetahui apakah proses produksi telah memenuhi standart kualitas yang ditentukan perusahaan. Hasil produksi Mesin 1 dan Mesin 2 tidak terjadi perbedaan kualitas. Secara bersama-sama variabel Densitas, Viscositas, dan Residu belum terkendali secara statistik karena dari peta kendali Hotelling T^2 masih ada beberapa pengamatan yang masih Out of Control. Diketahui bahwa kapabilitas proses produksi mesin 1 dan mesin 2 telah *capable*.

Kata kunci : Pengendalian Kualitas, Hotelling T^2 , Behren Fisher Kapabilitas Proses

**MULTIVARIATE ANALYSIS OF QUALITY CONTROL
PROCESS OF CERAMICS ON PT. PLATINUM CERAMICS
SURABAYA**

Name	: Himatul Khumairoh
NRP	: 1211100055
Department of	: Mathematics
Supervisor	: 1. Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes 2. Dra. Sri Suprapti H., M.Si

Abstract

PT. Platinum Ceramics is the largest ceramic manufacturer in Indonesia where the products have been exported to five continents. To maintain and increase market dominance, then the quality of the products should be carried out continuously. In the production process, there are several variables that determine whether or not the quality of a product so that these variables must be taken to ensure that quality is maintained. Among them is a variable density, viscosity, and residues. In analyzing these variables, use the map controls Hotelling's T^2 multivariate quality control and Fisher Behren method for the detection of differences in the quality of production, as well as the production process capability analysis to determine whether the production process has met the prescribed quality standards of the company. The production of machine 1 and machine 2 does not occur difference in quality. Taken together variable density, viscosity, and the residue was not statistically controlled because of Hotelling T^2 control chart there are still some observations that are still out of control. It is known that the production process capability machines 1 and 2 have been capable.

Keywords : *Quality Control, Hotelling T^2 , Behren Fisher, Process Capability*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Pengendalian Kualitas Statistik Multivariat pada Proses Pembuatan Keramik di PT. Platinum Ceramics Surabaya”.

Salah satu tujuan dari disusunnya Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam mencapai jenjang Sarjana Sains dari Jurusan Matematika ITS Surabaya.

Tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar atas kerja sama dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. DR. Erna Apriliani, M.Si selaku Ketua Jurusan Matematika ITS.
2. Ibu Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes dan Ibu Dra. Sri Suprpti H., M. Si selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membantu dan membimbing penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dra. Farida Agustini Widjajati, MS, Ibu Endah Rokhmati M. P., Ph. D, dan Ibu Dian Winda Setyawati, S. Si, M.Si selaku Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Chairul Imron, MI. Komp. selaku Koordinator Tugas Akhir.
5. Bapak Drs. Suhud Wahyudi, M.Si selaku Dosen Wali.
6. Bapak dan Ibu dosen serta para staf jurusan Matematika ITS yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan.

Surabaya, Juli 2015

Penulis

Special thanks to:

1. Bapak Supaat dan Ibu Roihatun , orangtuaku tersayang yang telah memberikan dukungan moral dan materi sehingga saya dapat menyelesaikan sekolah hingga jenjang Sarjana ini.
2. My Hubby, Falah Egy Sujana, who perfected my life :*
3. Mbak ku tercinta, Widya dan Keponakanku tersayang, Arhabi yang selalu menjadi mudbuster dikala bosan mengerjakan Tugas Akhir.
4. Pak Didik dan seluruh pegawai Platinum Ceramics Surabaya yang senantiasa ikhlas membimbing penulis selama penelitian.
5. Teman-teman Matematika ITS 2011 yang menemani perjalanan perkuliahan penulis mulai dari maba hingga wisuda.
6. Dan seluruh pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
 BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir	4
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Analisis Multivariat	5
2.1.1 Uji <i>Independent</i>	8
2.1.2 Pengujian Distribusi Normal Multivariat... ..	8
2.1.3 Uji Homogenitas Matriks Varian Kovarian	9
2.1.4 Analisis MANOVA	10
2.1.5 Metode Behren Fisher.....	11
2.2 Pengendalian Kualitas Statistik.....	12
2.2.1 Peta Kendali	13
2.2.2 Peta Kendali Multivariat Hotelling T^2	13
2.2.3 Kapabilitas Proses.....	15
2.3 Proses Pembuatan Keramik	16
 BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Teknik Pengambilan Sampel	17
3.2 Variabel Penelitian.....	17
3.3 Langkah Analisis	19

BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Deskriptif Variabel Kualitas	21
4.2 Pengujian <i>Independent</i> Variabel Kualitas.....	21
4.3 Pengujian Distribusi Normal Multivariat.....	23
4.4 Pengujian Homogenitas Matriks Varian- Kovarian.....	25
4.5 Pengujian Behren Fisher	26
4.6 Evaluasi Proses Produksi	26
4.7 Kapabilitas Proses.....	32
BAB V. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	39

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Organisasi Data	5
Tabel 2.2 Tabel MANOVA	11
Tabel 3.1 Batas Spesifikasi Variabel Kualitas	18
Tabel 4.1 Statistik Deskriptif Variabel Kualitas Mesin 1 ...	21
Tabel 4.2 Statistik Deskriptif Variabel Kualitas Mesin 2 ...	21
Tabel 4.3 Matriks Korelasi pada Mesin 1	22
Tabel 4.4 Matriks Korelasi pada Mesin 2	22
Tabel 4.5 Penyebab <i>out of control</i> Mesin 1	29
Tabel 4.6 Penyebab <i>out of control</i> Mesin 2	31

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Himatul Khumairoh dengan nama panggilan Hima. Penulis dilahirkan di Gresik pada tanggal 30 Juli 1993 dan merupakan anak ke dua dari 2 bersaudara. Pendidikan formal yang pernah ditempuh yaitu SD Negeri Randegansari I, MTs Negeri 2 Surabaya, SMA Negeri 11 Surabaya. Setelah lulus dari SMA, penulis melanjutkan studi di Matematika ITS melalui jalur SNMPTN

Tulis 2011. Pada masa perkuliahan penulis mengambil bidang ilmu Terapan untuk bidang yang diminati. Selama menjadi mahasiswa ITS penulis aktif di beberapa organisasi, salah satu yang paling berkesan yaitu organisasi di HIMATIKA ITS . Selama penulisan Tugas Akhir ini Penulis tidak lepas dari kekurangan, untuk kritik, saran, dan pertanyaan mengenai Tugas Akhir ini dapat dikirimkan melalui *e-mail* ke himatul.khumairoh@gmail.com.

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang yang mendasari penulisan Tugas Akhir. Didalamnya mencakup identifikasi permasalahan pada topik Tugas Akhir. Uraian ini bersifat umum yang menjelaskan secara ringkas hal-hal yang akan dilakukan pada penyelesaian tugas akhir. Informasi yang telah diperoleh tersebut kemudian dirumuskan menjadi permasalahan yang akan diberikan asumsi-asumsi dan batasan-batasan untuk membatasi pembahasan pada Tugas Akhir ini.

1.1. Latar Belakang

Semakin canggihnya teknologi, semakin banyak produk yang beredar dipasaran, maka semakin ketat persaingan yang dilakukan oleh produsen dalam memenangkan kepercayaan konsumen. Salah satu faktor yang mempengaruhi konsumen dalam pemilihan produk adalah kualitas dari produk tersebut. Kualitas produk yang tinggi merupakan jaminan kepuasan konsumen yang harus selalu dijaga. Kualitas produk yang bagus disebabkan oleh proses produksi yang bagus pula, sehingga pengendalian kualitas merupakan teknik yang sangat bermanfaat agar suatu perusahaan dapat mengetahui kualitas produknya sebelum dipasarkan kepada konsumen. Teknik pengendalian kualitas dapat membantu perusahaan dalam mengetahui kelayakan kualitas produk berdasarkan batas-batas kontrol yang telah ditentukan. Dalam proses produksi, terdapat beberapa karakteristik kualitas yang menentukan bagus tidaknya suatu produk sehingga karakteristik tersebut harus diperhatikan agar kualitas tetap terjaga[1].

PT. Platinum Ceramics merupakan produsen keramik terbesar di Indonesia yang berdiri sejak tahun 1971, dimana produknya saat ini telah di ekspor ke lima benua. Perusahaan terus mencari pasar baru dan memperluas jaringan distribusinya, baik lokal maupun internasional untuk mencapai jangkauan global. Setiap produk harus dipertahankan kualitasnya yaitu dengan cara

melakukan pengendalian kualitas secara terus menerus untuk menjaga dan meningkatkan dominasi pasar dan juga melayani permintaan pasar dunia dengan menempatkan keramik berkualitas tinggi dengan harga terjangkau, [2].

Dari berbagai proses pembuatan keramik di PT. Platinum Ceramics Surabaya, terdapat banyak proses yang mempengaruhi kualitas produk. Salah satunya adalah pada proses giling kontinyu bahan *body*. Adapun variabel kualitas yang mempengaruhi diantaranya adalah variabel Densitas, Viscositas, dan Residu. Dari variabel-variabel tersebut, nantinya akan dianalisis untuk mengetahui kualitas proses yang dihasilkan.

Pada penelitian sebelumnya, telah dikerjakan suatu proses pengendalian kualitas menggunakan grafik kendali Hotelling T^2 pada proses penggilingan akhir produk semen tipe PPC, didapatkan hasil produksi semen tipe PC pada bulan Maret 2011 dalam keadaan terkendali, sedangkan pada bulan April 2011 dalam keadaan tidak terkendali karena adanya titik pengamatan yang keluar dari batas kendali [3]. Selain itu, telah dikerjakan juga suatu proses pengendalian kualitas dengan menggunakan grafik kendali Hotelling T^2 terhadap karakteristik pupuk ZA I di PT. PETROKIMIA GRESIK, didapatkan hasil produksi pupuk ZA I dalam keadaan terkendali dan hasil prosesnya telah *capable*[4]. Pada tugas akhir ini, dibuat grafik kendali multivariat dengan menggunakan grafik kendali multivariat Hotelling T^2 dan juga menganalisis apakah terdapat perbedaan kualitas antar mesin dengan menggunakan analisis multivariat MANOVA atau Uji Behren Fisher. Selanjutnya diperoleh nilai indeks kemampuan proses (IKP), untuk mengetahui proses produksi yang berlangsung telah memenuhi atau belum memenuhi spesifikasi yang ditentukan oleh perusahaan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Apakah terjadi perbedaan kualitas proses antar 2 mesin dalam hasil giling kontinyu bahan *body* keramik berdasarkan variabel Densitas, Viscositas, dan Residu.
2. Bagaimana grafik kendali Multivariat Hotelling T^2 untuk hasil giling kontinyu bahan *body* keramik dengan menggunakan grafik kendali Multivariat Hotelling T^2 .
3. Bagaimana kapabilitas proses giling kontinyu bahan *body* keramik berdasarkan variabel Densitas, Viscositas, dan Residu.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini antara lain:

1. Data yang digunakan merupakan hasil giling pada proses giling kontinyu bahan *body*.
2. Variabel yang dianalisa adalah Densitas, Viscositas, dan Residu pada proses giling kontinyu bahan *body* keramik.
3. Data yang diamati selama bulan Januari 2015-Februari 2015.

1.4. Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini antara lain:

1. Mendeteksi perbedaan kualitas antar mesin pada hasil giling kontinyu bahan *body* keramik berdasarkan variabel Densitas, Viscositas, dan Residu.
2. Menganalisis karakteristik Densitas, Viscositas, dan Residu menggunakan grafik kendali multivariat Hotelling T^2 .
3. Menentukan kapabilitas proses giling kontinyu bahan *body* keramik.

1.5. Manfaat

Manfaat dari penulisan Tugas Akhir ini antara lain:

1. Memberikan informasi kepada perusahaan apabila terjadi perbedaan kualitas antar mesin serta ketidaksesuaian berdasarkan peta kendali.
2. Sebagai dasar penelitian selanjutnya, khususnya dalam bidang pengendalian kualitas produk.

1.6. Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Tugas akhir ini disusun berdasarkan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan manfaat.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang teori dasar yang digunakan dalam analisa pengendalian kualitas statistik multivariat pada proses pembuatan keramik, antara lain Metode Behren Fisher, peta kendali Hotelling T^2 dan menentukan kapabilitas proses.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi uraian mengenai tahapan analisis pengendalian kualitas di PT. Platinum Ceramics Surabaya menggunakan Metode Behren Fisher dan peta kendali Hotelling T^2 .

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan diuraikan secara keseluruhan analisis pengendalian kualitas pada proses pembuatan keramik di PT. Platinum Ceramics Surabaya. Perhitungan hasil analisis tersebut akan diselesaikan dengan program Macro Minitab, Matlab, dan SPSS.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan akhir dan saran dari seluruh pengerjaan Tugas Akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dibahas mengenai dasar teori yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini. Dasar teori yang dijelaskan dibagi menjadi beberapa subbab yaitu Statistik deskriptif, Uji Korelasi, Uji Kebebasan, Uji Normal Multivariat, Uji Homogenitas, Metode Behren Fisher, Peta Kendali Hotelling T^2 serta kapabilitas proses.

2.1 Analisis Multivariat

Analisis multivariat merupakan salah satu teknik statistik yang digunakan untuk memahami struktur data dengan melibatkan lebih dari satu variabel, dan antar variabel-variabel tersebut diasumsikan saling berkorelasi. Tabel 2.1 adalah bentuk umum data multivariat dari p variabel kualitas dan n pengamatan.

Tabel 2.1 Organisasi Data

Pengamatan ke-i	Variabel 1	Variabel 2	...	Variabel p
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1p}
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2p}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
n	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{np}

Berdasarkan Tabel 2.1 dapat disusun matriks dengan n baris dan p kolom, yang dinotasikan dalam matriks **X** berikut ;

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{ip} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nj} & \dots & x_{np} \end{bmatrix}$$

Susunan dasar statistik deskriptif untuk data multivariat dapat dinyatakan dalam matriks sebagai berikut :

1. Matriks Varian Kovarian

Matriks varian kovarian data populasi dapat dituliskan sebagai berikut [6]:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} Var(X_1, X_1) & Cov(X_1, X_2) & \dots & Cov(X_1, X_p) \\ Cov(X_2, X_1) & Var(X_2, X_2) & \dots & Cov(X_2, X_p) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Cov(X_p, X_1) & Cov(X_p, X_2) & \dots & Var(X_p, X_p) \end{bmatrix} \text{ atau}$$

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1p} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \dots & \sigma_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{p1} & \sigma_{p2} & \dots & \sigma_p^2 \end{bmatrix}$$

Sedangkan matriks varian kovarian untuk data sampel adalah sebagai berikut :

$$S = \begin{bmatrix} s_1^2 & s_{12} & \dots & s_{1p} \\ s_{12} & s_2^2 & \dots & s_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{p1} & s_{p2} & \dots & s_p^2 \end{bmatrix} \quad \dots(2.1)$$

dengan :

$$\sigma_j^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$$

$$\sigma_{jh} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ih} - \bar{x}_h)$$

$$s_j^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 \quad \dots(2.2)$$

$$s_{jh} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ih} - \bar{x}_h) \quad \dots(2.3)$$

σ_j^2 : Varian populasi variabel ke- j

σ_{jh} : Kovarian populasi variabel ke- j dan ke- h

s_j^2 : Varian sampel variabel ke- j

s_{jh} : Kovarian sampel variabel ke- j dan ke- h

N : Jumlah populasi

n : Jumlah sampel

2. Korelasi

Korelasi merupakan suatu ukuran yang menyatakan kekuatan hubungan antar 2 variabel. Jika terdapat variabel sebanyak p , didefinisikan matriks korelasi data populasi (ρ) sebagai berikut:

$$\rho = \begin{bmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} & \cdots & \rho_{1p} \\ \rho_{21} & \rho_{22} & \cdots & \rho_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{p1} & \rho_{p2} & \cdots & \rho_{pp} \end{bmatrix}$$

dengan

$$\rho_{jh} = \frac{\sigma_{jh}}{\sqrt{\sigma_j^2} \sqrt{\sigma_h^2}} = \frac{Cov(X_j, X_h)}{\sqrt{Var(X_j)} \sqrt{Var(X_h)}}$$

Untuk mengkaji koefisien korelasi data sampel dari data hasil pengukuran, dengan $i = 1, 2, \dots, n$ diberikan oleh persamaan :

$$r_{jh} = \frac{\sum_i^n (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ih} - \bar{x}_h)}{\sqrt{\sum_i^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2} \sqrt{\sum_i^n (x_{ih} - \bar{x}_h)^2}} \quad \dots(2.4)$$

Nilai korelasi antar variabel terletak antara $-1 \leq r \leq 1$. Jika $r > 0$ maka terdapat korelasi antara dua variabel dengan kecenderungan positif, sedangkan jika $r < 0$ maka terdapat korelasi antara dua variabel dengan kecenderungan negatif dan apabila $r = 0$ maka tidak terdapat korelasi (saling bebas) [6]. Jika terdapat variabel sebanyak p , maka didefinisikan matriks korelasi data sampel (\mathbf{r}) sebagai berikut:

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \cdots & r_{1p} \\ r_{21} & 1 & \cdots & r_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{p1} & r_{p2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad \dots(2.5)$$

Ada tiga asumsi yang harus dipenuhi dalam analisis multivariat yaitu variabel kualitas yang *independent*, variabel kualitas yang berdistribusi normal multivariat dan matriks varian kovarian yang homogen.

2.1.1 Uji *Independent*

Adanya korelasi atau hubungan antar variabel kualitas yang saling bebas harus dipenuhi sebelum melakukan analisis multivariat[6]. Dilakukan dengan pengujian hipotesis untuk menunjukkan bahwa antar variabel kualitas saling bebas (*independent*). Sebelum pengujian hipotesis dilakukan, terlebih dahulu menghitung matriks korelasi **R** pada persamaan (2.5), dengan elemen-elemen matriks yang didapat dari persamaan (2.4).

Untuk menguji kebebasan antar variabel dapat dilakukan dengan Uji *Bartlett* berikut[5]:

Hipotesa :

H_0 : Variabel kualitas saling *independent*

H_1 : Variabel kualitas saling *dependent*

Statistik Uji :

$$X_{hitung}^2 = - \left(n - 1 - \frac{2p+5}{6} \right) \ln |\mathbf{R}| \quad \dots(2.6)$$

dengan :

$|\mathbf{R}|$: Determinan matriks korelasi

n : Jumlah pengamatan

p : Jumlah variabel

Kriteria Uji :

Apabila $X_{hitung}^2 \leq \chi_{\alpha, v}^2$ dengan $\alpha = 0,05$ dan derajat kebebasan $v = p(p-1)/2$ maka H_0 diterima, sehingga variabel kualitas bersifat saling *independent*.

2.1.2 Pengujian Distribusi Normal Multivariat

Kajian normalitas dari suatu data multivariat, berhubungan dengan distribusi normal multivariat. Jika dilakukan pengamatan terhadap variabel kualitas sejumlah p yang berdistribusi normal multivariat, maka diperoleh fungsi pdf dengan bentuk

$$f(x) = \frac{1}{(2\pi)^{p/2} |\mathbf{S}|^{1/2}} e^{-(x-\mu)' \mathbf{S}^{-1} (x-\mu)/2}$$

Asumsi lain yang harus dipenuhi dalam analisis multivariat diantaranya adalah variabel kualitas yang berdistribusi normal multivariat, untuk memeriksanya dilakukan dengan menghitung

jarak kuadrat pada setiap pengamatan. Hipotesis dan statistik uji sebagai berikut;

Hipotesa :

H_0 : Variabel kualitas berdistribusi normal multivariat

H_1 : Variabel kualitas tidak berdistribusi normal multivariat

Statistik Uji [6]:

$$d_i^2 = (\mathbf{X}_i - \bar{\mathbf{X}})' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{X}_i - \bar{\mathbf{X}}) \quad \dots(2.7)$$

dengan :

$$\mathbf{X}_i = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \quad \bar{\mathbf{X}} = \begin{bmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \vdots \\ \bar{x}_p \end{bmatrix}$$

d_i^2 : Nilai jarak kuadrat pengamatan ke $-i$.

\mathbf{X}_i : Vektor pengamatan ke $-i$

$\bar{\mathbf{X}}$: Vektor rata-rata pengamatan

\mathbf{S}^{-1} : Invers matriks varian kovarian

matriks varian kovarian \mathbf{S} pada persamaan (2.1) dengan elemen-elemen matriks yang didapat dari persamaan (2.2) dan persamaan (2.3). Dengan syarat matriks \mathbf{S} mempunyai determinan tidak sama dengan nol.

Kriteria Uji :

Jika diperoleh lebih dari 50 % $d_i^2 \leq \chi_{\alpha, \nu}^2$ dengan $\alpha=0,05$ dan derajat kebebasan $\nu = p$, maka H_0 diterima, sehingga variabel kualitas dikatakan berdistribusi normal multivariat.

Berdasarkan kriteria uji tersebut diharapkan H_0 diterima sehingga dapat melanjutkan pengujian multivariat yang ada.

2.1.3 Uji Homogenitas Matriks Varian Kovarian

Sebelum melakukan analisis multivariat, maka asumsi yang harus dipenuhi adalah data memiliki matriks varian kovarian yang homogen. Untuk menguji homogenitas dapat digunakan uji Box-M. Hipotesis dan uji statistik uji Box-M sebagai berikut [6]:

Hipotesa :

$H_0 : \mathbf{S}_1 = \mathbf{S}_2 = \dots = \mathbf{S}_k$ (matriks varians kovarian untuk variabel-variabelnya adalah homogen)

H_1 : Minimal ada matriks varian kovarian populasi yang tidak sama.

Statistik uji :

$$C = (1 - u) \quad \dots(2.8)$$

dengan :

$$M = \sum_{k=1}^m (n-1) \ln |\mathbf{S}_k| - \sum_{k=1}^m (n-1) \ln |\mathbf{S}| \quad \dots(2.9)$$

$$u = \left[\sum_{k=1}^m \frac{1}{n-1} - \frac{1}{\sum_{i=1}^k n-1} \right] \left[\frac{2p^2+3p-1}{6(p+1)(m-1)} \right]$$

$$k = 1, 2, \dots, m$$

M : nilai Box-M

m : banyaknya kelompok

p : banyaknya variabel kualitas

\mathbf{S}_k : matriks varian kovarian kelompok ke- k

\mathbf{S} : matriks varian kovarian keseluruhan

Kriteria Uji :

Apabila $C \leq \chi^2_{\alpha, \nu}$ dengan derajat kebebasan $\nu = \frac{1}{2} p(p+1)(m-1)$, maka H_0 diterima yang berarti matriks varian kovarian adalah homogen, sedangkan apabila H_0 ditolak maka Analisis MANOVA tidak berlaku.

2.1.4 Analisis MANOVA

Suatu variabel kualitas sudah memenuhi asumsi *independent*, berdistribusi normal multivariat, dan matriks varian kovarian yang homogen dapat dianalisis dengan menggunakan metode MANOVA. Metode ini digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan vektor rata-rata antar mesin 1 dan mesin 2 [6]. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

Hipotesa :

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_g$$

H_1 : Paling sedikit ada satu μ_g yang tidak sama

Statistik Uji :

$$\Lambda^* = \frac{|W|}{|B+W|}$$

dengan :

B : Matriks perlakuan

W : Matriks residul

nilai **B** dan **W** ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Kriteria Uji :

Apabila $\Lambda^* < F_{\alpha, v_1, v_2}$ dengan derajat kebebasan $v_1 = p$ dan $v_2 = \sum n_i - p - 1$, maka H_0 ditolak yang berarti terdapat perbedaan antar populasi mesin 1 dan mesin 2.

Tabel 2.2 MANOVA

Sumber Variasi	<i>Matrix of Sum Squae and Cross Product(SSP)</i>	Derajat Bebas
Perlakuan	$B = \sum_{i=1}^g n (\bar{X}_i - \bar{X})(\bar{X}_i - \bar{X})'$	g - 1
Residual	$W = \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^n (\bar{X}_{ij} - \bar{X}_i)(\bar{X}_{ij} - \bar{X}_i)'$	$\sum_{i=1}^g n - g$
Total	$B + W = \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^n (\bar{X}_{ij} - \bar{X}_{ij})(\bar{X}_{ij} - \bar{X}_{ij})'$	$\sum_{i=1}^g n - 1$

2.1.5 Metode Behren Fisher

Metode Behren Fisher merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui perbandingan nilai vektor rata-rata. Metode ini mempunyai kesamaan dengan MANOVA, namun dalam metode ini tidak membutuhkan adanya matriks varian kovarian yang homogen [5]. Adapun hipotesis dan statistik uji sebagai berikut.

Hipotesa :

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

Statistik Uji :

$$D = (\bar{X}_{1j} - \bar{X}_{2j})' A^{-1} (\bar{X}_{1j} - \bar{X}_{2j})$$

dengan :

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} \mathbf{S}_1 \\ n_1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \mathbf{S}_2 \\ n_2 \end{pmatrix}$$

\bar{X}_{1j} : Vektor rata-rata dari mesin 1 variabel ke- j

\bar{X}_{2j} : Vektor rata-rata dari mesin 2 variabel ke- j

n_1 : Jumlah pengamatan mesin 1

n_2 : Jumlah pengamatan mesin 2

\mathbf{S}_1 : Matriks varian kovarian mesin 1

\mathbf{S}_2 : Matriks varian kovarian mesin 2

\mathbf{A}^{-1} : Invers dari Matriks \mathbf{A}

Elemen dari matriks varian kovarian \mathbf{S}_1 dan \mathbf{S}_2 didapat dari persamaan (2.2) dan persamaan (2.3). Dengan syarat matriks \mathbf{A} mempunyai determinan tidak sama dengan nol.

Kriteria Uji :

Apabila nilai D lebih besar dari pada d maka terjadi penolakan H_0 yang berarti terdapat perbedaan kualitas antar mesin. Nilai d sebagai berikut :

$$d = \chi^2_{(\alpha, v)} \left\{ 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{a}{2} + \frac{b \chi^2_{(\alpha, p)}}{p(p-2)} \right) \right\}$$

dengan :

$$a = \frac{\left(\text{tr} \left\{ \mathbf{A}^{-1} \left[\frac{\mathbf{S}_1}{n_1} \right] \right\} \right)^2}{n_1} + \frac{\left(\text{tr} \left\{ \mathbf{A}^{-1} \left[\frac{\mathbf{S}_2}{n_2} \right] \right\} \right)^2}{n_2}$$

$$b = a - \frac{2 \text{tr} \left(\mathbf{A}^{-1} \left[\frac{\mathbf{S}_1}{n_1} \right] \right)^2}{n_1} + \frac{2 \text{tr} \left(\mathbf{A}^{-1} \left[\frac{\mathbf{S}_2}{n_2} \right] \right)^2}{n_2}$$

dengan derajat kebebasan $v = p$.

2.2 Pengendalian Kualitas Statistik

Metode statistika memiliki peran yang penting dalam jaminan kualitas, salah satu metode statistika yang dapat diterapkan dalam pengendalian kualitas adalah peta kendali. Peta kendali adalah suatu peta untuk menggambarkan kualitas proses produksi [7]. Berdasarkan banyaknya karakteristik kualitas yang akan diukur, peta kendali dibagi menjadi dua jenis. Yang pertama adalah peta

kendali univariat dimana diperkenalkan oleh Walter A. Shewhart, peta kendali ini digunakan jika hanya ada satu variabel kualitas yang akan diukur. Sedangkan untuk mengukur dua atau lebih karakteristik kualitas secara bersamaan digunakan peta kendali multivariat yang diperkenalkan oleh Harold Hotelling[4].

2.2.1 Peta Kendali

Peta kendali mempunyai banyak manfaat dalam pengendalian kualitas diantaranya adalah sebagai berikut [7] :

1. Dapat mengurangi buangan atau pembuatan ulang yang merupakan penghambat produktivitas yang utama dalam setiap operasi sehingga dapat mengurangi biaya, produktivitas dan kapasitas produksi akan meningkat.
2. Mengetahui penyimpangan-penyimpangan yang terjadi selama proses produksi berlangsung jika disertai lembar pengamatan yang baik.
3. Sebagai alat untuk mengendalikan kualitas produk agar seragam dan memenuhi spesifikasi produk yang telah ditentukan.
4. Memperoleh informasi mengenai kemampuan proses. Peta kendali dapat memberikan informasi tentang nilai parameter proses yang penting dan stabilitasnya terhadap waktu. Hal ini memberikan taksiran kemampuan proses yang akan dibuat.
5. Sebagai dasar dalam menetapkan standart proses berikutnya sehingga kestabilan kualitas produk dapat dipertahankan.

2.2.2 Peta Kendali Multivariat Hotelling T^2

Ada beberapa peta kendali multivariat salah satunya adalah peta kendali Hotelling T^2 . Metode ini digunakan untuk mengontrol vektor *mean* proses dengan dua atau lebih variabel kualitas yang diduga saling berkorelasi [8]. Pada beberapa industri, seringkali ditemui pengamatan dengan lebih dari satu sampel yang diukur, sehingga, nilai rata-rata setiap pengamatan berbeda. Pada peta Hotelling T^2 , proses dikatakan terkendali jika

tidak terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali. Persamaan grafik kendali Hotelling T^2 sebagai berikut[8] :

$$T^2 = (\mathbf{X}_i - \bar{\mathbf{X}})' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{X}_i - \bar{\mathbf{X}})$$

dengan :

$$\mathbf{X}_i = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \quad \bar{\mathbf{X}} = \begin{bmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \vdots \\ \bar{x}_p \end{bmatrix}$$

T^2 : Peta kendali multivariat dengan n pengamatan

\mathbf{X}_i : Vektor pengamatan ke - i

$\bar{\mathbf{X}}$: Vektor rata-rata pengamatan

\mathbf{S}^{-1} : Invers matriks varian kovarian.

dengan elemen-elemen matriks varian kovarian \mathbf{S} yang didapat dari persamaan (2.2) dan persamaan (2.3), sedangkan untuk batas kendali peta Hotelling T^2 ini adalah :

$$\text{BKA} = \frac{p(n-1)}{n-p} F_{\alpha, v_1, v_2}$$

$$\text{BKB} = 0$$

dengan :

BKA : Batas kendali atas

BKB : Batas kendali bawah

p : Banyak karakteristik kualitas

n : Jumlah sampel

F_{α, v_1, v_2} : nilai yang diperoleh dari distribusi F dengan $\alpha = 0,05$,
 $v_1 = p$ dan $v_2 = n-p$.

Suatu proses dikatakan terkendali jika terdapat pengamatan/terdapat titik-titik yang berada didalam batas kendali. Sedangkan proses dikatakan tidak terkendali jika terdapat pengamatan/ terdapat titik-titik yang keluar dari batas kendali.

Pendekatan untuk mengidentifikasi tidak terkendalinya suatu *mean* proses adalah dengan menguraikan nilai statistik T^2 menjadi komponen-komponen yang merupakan kontribusi dari setiap variabel individual. T^2 adalah nilai statistik untuk semua variabel kualitas dan $T^2_{(j)}$ adalah nilai statistik untuk semua variabel kualitas tanpa variabel ke- j [8]. Statistik untuk mengetahui

variabel penyebab terjadinya *out of control* adalah sebagai berikut.

$$d_j = T^2 - T_{(j)}^2$$

Ketika didapatkan sebuah pengamatan yang *out of control*, disarankan untuk menghitung nilai-nilai d_j ($j = 1, 2, \dots, p$) dan memusatkan pada variabel d_j yang relatif besar, karena jika nilai $d_j > \chi_{\alpha,1}^2$ maka variabel ke- j tersebut merupakan penyebab terjadinya pengamatan yang *out of control*.

2.2.3 Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses adalah suatu studi keteknikan guna menaksir kemampuan proses. Analisis kemampuan proses merupakan bagian yang sangat penting dari program peningkatan kualitas [9]. Tujuan dari analisis kemampuan proses adalah untuk menganalisa apakah suatu proses sesuai dengan batas-batas spesifikasi yang telah diberikan. Proses dikatakan *capable* apabila dalam keadaan terkendali, memenuhi spesifikasi, presisi dan akurasi tinggi serta mempunyai nilai kemampuan proses (C_p) lebih dari 1. Jika asumsi peta kendali dalam keadaan terkendali dan variabel kualitas berdistribusi normal multivariat telah terpenuhi, maka nilai indeks kapabilitas proses (C_p) multivariat adalah :

$$C_p = \frac{k}{\chi_{p,0.9973}^2} \left(\frac{(n-1)p}{h} \right)^{1/2} \quad \dots(2.10)$$

dengan :

$$h = \sum_{i=1}^n (X - \bar{X})' F^{-1} (X - \bar{X}) \quad \dots(2.11)$$

$$F^{-1} = X_p' X_p \quad \dots(2.12)$$

$$k^2 = (\bar{X}_j - \varepsilon_j) S^{-1} (\bar{X}_j - \varepsilon_j) \quad \dots(2.13)$$

$$\varepsilon = \frac{1}{2} (BSA + BSB)$$

k : Daerah proses sebenarnya

p : banyaknya variabel kualitas

n : Jumlah sampel yang ada pada peta kendali yang sudah terkendali

BSA : Batas Spesifikasi Atas

BSB : Batas Spesifikasi Bawah

2.3 Proses Pembuatan keramik

Proses pembuatan keramik pada dasarnya melalui lima tahapan, yaitu *Ball Mil*, *Press*, *Glasir*, *Kiln*, dan *Sortir*.

1. *Ball Mil*

Tahap ini merupakan tahap pembuatan powder, dimana bahan baku mulai dicampur dengan campuran bahan kimia. Adapun bahan baku dengan kode FSBS, PO, FPUB, TGPR, AFAL, dan BISKUIT dicampur dengan air, bahan kimia, dan juga bahan perekat dengan kadar tertentu. Dalam tahap ini ada dua langkah yaitu giling awal bahan *body* dan giling kontinyu bahan *body*, dimana bahan *body* adalah campuran dari bahan baku, air dan bahan kimia yang sudah digiling. Setelah itu terbentuklah *slip* yang nantinya akan dipanaskan dengan suhu kurang lebih 500 °C untuk dijadikan sebuah *powder*.

2. *Press*

Yaitu proses percetakan dengan berbagai ukuran, diantaranya adalah ukuran 40x40cm dan 60x60cm. Dalam percetakan ini keramik masih berbentuk polos.

3. *Glasir*

Merupakan proses pelapisan, yaitu pelapisan dengan berbagai warna dan desain.

4. *Kiln*

Merupakan proses pembakaran yang bertujuan untuk memperkuat kualitas keramik tersebut dan juga mempertajam warna dan desain tersebut.

5. *Sortir*

Yaitu proses pengecekan, pembuangan barang cacat, dan juga *packing*.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini dijelaskan langkah-langkah yang digunakan dalam penyelesaian masalah pada Tugas Akhir. Disamping itu, dijelaskan pula prosedur dan proses pelaksanaan tiap-tiap langkah yang dilakukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

3.1 Teknik Pengambilan Sampel

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang berasal dari PT. Platinum Ceramics Surabaya. Pengambilan sampel dilakukan pada tahap hasil giling kontinyu bahan *body* keramik periode Januari 2015-Februari 2015 dalam 3 shift. Data yang diamati berasal dari 2 mesin yang berbeda. Pengambilan sampel diambil dua kali setiap shiftnya dan dilakukan bersama-sama pada 2 mesin produksi diwaktu yang sama pula oleh Tim *Quality Control*.

3.2 Variabel Penelitian

Pengukuran variabel yang ada pada PT. Platinum Ceramics Industries Surabaya didasarkan pada pemeriksaan yang dilakukan oleh Tim *Quality Control*. Adapun variabel kualitas yang digunakan pada tahap hasil giling kontinyu bahan *body* keramik adalah sebagai berikut :

1. Densitas

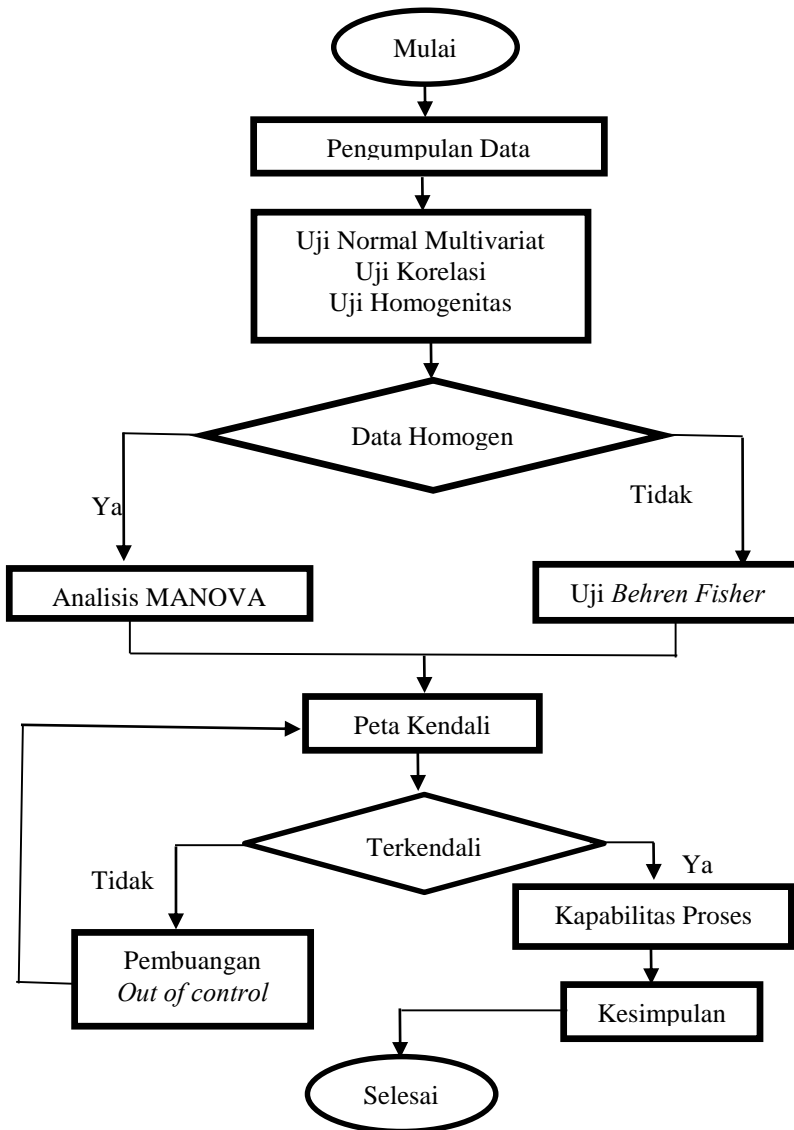
Densitas adalah kriteria kualitas yang diambil melalui pengukuran secara langsung mengenai berat jenis dari hasil giling kontinyu dengan timbangan digital dalam satuan gr/cc.

2. Viscositas

Viscositas merupakan kekentalan dari hasil giling kontinyu yang diukur dengan alat bantu *stopwatch* dan timbangan dengan satuan °E.

3. Residu

Residu merupakan endapan yang terdapat pada hasil giling kontinyu bahan *body* dengan alat bantu penyaring yang



Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah-langkah Analisis

berukuran sangat kecil dan timbangan. Adapun satuannya adalah 230 Mesh.

Batas spesifikasi yang telah ditetapkan oleh PT. Platinum Ceramics Surabaya untuk tahap giling kontinyu bahan *body* dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Batas Spesifikasi Variabel Kualitas

Variabel	Batas Spesifikasi Bawah	Batas Spesifikasi Atas
Densitas	1,5	1,9
Viscositas	1,5	3,5
Residu	5	7

3.3 Langkah Analisis

Sebelum melakukan pengolahan lebih lanjut, terlebih dahulu dilakukan pengujian data. Pengujian data diperlukan untuk memenuhi asumsi yang diperlukan. Adapun langkah-langkah dalam pengolahan data adalah sebagai berikut :

1. Menyajikan data dalam bentuk deskriptif.
 2. Memeriksa data apakah antar variabel saling berkorelasi.
 3. Memeriksa distribusi normal multivariat pada data hasil giling kontinyu bahan *body* keramik.
 4. Menguji kehomogenan matriks varian kovarian masing-masing mesin.
 5. Menguji perbedaan kualitas antar mesin dengan Analisis MANOVA atau Behren Fisher.
 6. Menggambarkan kondisi hasil giling kontinyu bahan *body* keramik mesin 1 dan mesin 2 menggunakan peta kendali Hotelling T^2 .
 7. Menentukan indeks kapabilitas proses.
 8. Penarikan kesimpulan
- lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.1.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan analisis mulivariat, Peta Kendali Hotelling T^2 , dan juga analisis kemampuan proses sehingga dapat ditarik suatu kesimpulan.

4.1 Deskriptif Variabel Kualitas

Analisis deskriptif bertujuan untuk memberikan informasi atau gambaran awal mengenai variabel kualitas dari hasil giling kontinyu bahan *body* keramik. Variabel kualitas yang akan dianalisis adalah Variabel Densitas, Viscositas, dan Residu. Hasil analisis statistika deskriptif untuk ketiga variabel kualitas berdasarkan data pengamatan pada Lampiran A1 dan A2 yang ditunjukkan dalam Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Statistik Deskriptif Variabel Kualitas Mesin 1

Variabel	Rata-rata	Varian	Min.	Max.
Densitas	1.655	0,000132	1.6	1,68
Viscositas	2.182	0,0498	1,7	3
Residu	6.597	0.100127	5,8	7,4

Tabel 4.2 Statistik Deskriptif Variabel Kualitas Mesin 2

Variabel	Rata-rata	Varian	Min.	Max.
Densitas	1.655	0,000162	1.6	1,69
Viscositas	2.1583	0.0452	1,5	2,8
Residu	6.6427	0.0974	5,8	7,6

4.2 Pengujian *Independent* Variabel Kualitas

Korelasi atau hubungan antar variabel harus dipenuhi sebelum melakukan analisis multivariat. Dilakukan terlebih dahulu menghitung matriks korelasi (**R**) untuk menunjukkan bahwa antar variabel saling bebas (*independent*). Berdasarkan persamaan (2.4) didapatkan elemen matriks korelasi antar variabel kualitas pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4.

Tabel 4.3 Matriks korelasi pada mesin 1

Variabel	Densitas	Viscositas	Residu
Densitas	1	0,102701	0,078536
Viscositas	0,102701	1	0,071386
Residu	0,78536	0,071386	1

Tabel 4.4 Matriks korelasi pada mesin 2

Variabel	Densitas	Viscositas	Residu
Densitas	1	0,141486	0,170779
Viscositas	0,141486	1	0,138762
Residu	0,170779	0,138762	1

Dari matriks korelasi pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 diketahui bahwa antar variabel saling berkorelasi karena nilai korelasi antar variabel kualitas tidak ada yang sama dengan 0. Kemudian untuk mengetahui apakah analisis multivariat layak digunakan dalam penelitian ini, harus dilakukan uji kebebasan antar variabel kualitas. Adapun pengujian yang sesuai adalah Uji *Bartlet Sphericity*.

1. Uji *Independent* Variabel Kualitas Mesin 1

Hipotesis :

H_0 : Variabel kualitas mesin 1 saling *independent*

H_1 : Variabel kualitas mesin 1 tidak saling *dependent*

Statistik Uji :

Dari persamaan (2.6) didapatkan :

$$\begin{aligned} \chi^2_{hitung} &= - \left(n - 1 - \frac{2p+5}{6} \right) \ln |R| \\ &= - \left(288 - 1 - \frac{2(3)+5}{6} \right) \ln (0,97934) \\ &= 5,953176 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \chi^2_{tabel} &= p(p-1)/2 \\ &= \chi^2_{0,05;3(3-1)/2} \\ &= \chi^2_{0,05;3} \\ &= 7,815 \end{aligned}$$

Kriteria Uji :

Oleh karena $\chi^2_{hitung} = 5,953176 < \chi^2_{tabel} = 7,815$ maka H_0 diterima, artinya antar variabel kualitas bersifat *independent*.

2. Uji *Independent* Variabel Kualitas Mesin 2

Hipotesis :

H_0 : Variabel kualitas mesin 2 saling *independent*

H_1 : Variabel kualitas mesin 2 saling *dependent*

Statistik Uji :

Dari persamaan (2.6) didapatkan :

$$\begin{aligned} X_{hitung}^2 &= - \left(n - 1 - \frac{2p+5}{6} \right) \ln |R| \\ &= - \left(288 - 1 - \frac{2(3)+5}{6} \right) \ln (-0,02355) \\ &= 6,716311 \\ \chi_{tabel}^2 &= p(p-1)/2 \\ &= \chi_{0,05;3(3-1)/2}^2 \\ &= \chi_{0,05;3}^2 \\ &= 7,815 \end{aligned}$$

Kriteria Uji :

Oleh karena $X_{hitung}^2 = 6,43281 < \chi_{tabel}^2 = 7,815$ maka H_0 diterima, artinya antar variabel respon bersifat *independent*.

Korelasi atau hubungan antar variabel kualitas yang saling *independent* pada masing-masing mesin telah terpenuhi sehingga dapat dilanjutkan ke tahapan berikutnya.

4.3 Pengujian Distribusi Normal Multivariat

Sebelum dianalisis menggunakan peta kendali multivariat, maka variabel kualitas harus berdistribusi normal multivariat.

1. Uji Normal Multivariat Variabel Kualitas Mesin 1

Hipotesis :

H_0 : Variabel Kualitas mesin 1 berdistribusi normal multivariat

H_1 : Variabel Kualitas mesin 1 tidak berdistribusi normal multivariat

Statistik Uji:

Dari persamaan (2.7) didapatkan :

$$d_1^2 = [1,65 - 1,6553 \quad 2 - 2,182 \quad 6,6 - 6,595].$$

$$\begin{bmatrix} 7640,892 & -38,4577 & -19,8926 \\ -38,4577 & 20,30145 & -0,91233 \\ -19,8926 & -0,91233 & 10,05542 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1,65 - 1,6553 \\ 2 - 2,182 \\ 6,6 - 6,595 \end{bmatrix}$$

$$= 0,820076$$

dengan

$$S = \begin{bmatrix} 0,000132 & 0,000264 & 0,000286 \\ 0,000264 & 0,049813 & 0,005041 \\ 0,000286 & 0,005041 & 0,100127 \end{bmatrix}$$

nilai d_2^2 sampai d_{288}^2 ditunjukkan pada lampiran B3.

Kriteria Uji:

Karena dari 288 pengamatan nilai d_i^2 ada 269 nilai d_i^2 yang nilainya lebih kecil dari $\chi_{tabel}^2 = 7,815$ atau setara dengan 93,402% maka H_0 diterima sehingga variabel kualitas mesin 1 dikatakan berdistribusi normal multivariat.

2. Uji Normal Multivariat Variabel Kualitas Mesin 2

Hipotesis :

H_0 :Variabel Kualitas mesin 2 berdistribusi normal multivariat

H_1 :Variabel Kualitas mesin 2 tidak berdistribusi normal multivariat

Statistik Uji:

Dari Persamaan (2.7) didapatkan :

$$d_1^2 = [1,64 - 1,6553 \quad 1,8 - 2,58 \quad 5,9 - 6,6427].$$

$$\begin{bmatrix} 6442,424 & -46,2724 & -40,4427 \\ -46,2724 & 22,80813 & -1,83379 \\ -40,4427 & -1,83379 & 10,68103 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1,64 - 1,6553 \\ 1,8 - 2,58 \\ 5,9 - 6,6427 \end{bmatrix}$$

$$= 7,93088$$

dengan

$$S = \begin{bmatrix} 0,000132 & 0,000264 & 0,000286 \\ 0,000264 & 0,049813 & 0,005041 \\ 0,000286 & 0,005041 & 0,100127 \end{bmatrix}$$

nilai d_2^2 sampai d_{288}^2 ditunjukkan pada lampiran B4.

Kriteria Uji:

Karena dari 288 pengamatan nilai d_i^2 ada 267 nilai d_i^2 yang nilainya lebih kecil dari $\chi_{tabel}^2 = 7,815$ atau setara dengan 92,361% maka H_0 diterima sehingga variabel kualitas mesin 2 dikatakan berdistribusi normal multivariat.

4. 4 Pengujian Homogenitas Matriks Varian Kovarian

Sebelum melakukan Uji MANOVA, asumsi yang harus digunakan adalah matriks varian kovarian yang homogen. Dilakukan dengan menggunakan Uji Box-M untuk mengetahui kehomogenan matriks varian kovarian dapat. Jika kehomogenan matriks varian kovarian tidak terpenuhi, maka analisis MANOVA tidak dapat dilakukan dan harus menggunakan metode lain yang tidak memerlukan asumsi matriks varian kovarian yang homogen.

1. Uji Homogen Matriks Varian Kovarian Mesin 1

Hipotesa :

$H_0 : \mathbf{S}_1 = \mathbf{S}_2 = \dots = \mathbf{S}_{48}$ (matriks varians kovarian untuk variabel mesin 1 adalah homogen)

$H_1 : \text{Minimal ada satu matriks varian kovarian yang tidak sama.}$

Statistik Uji :

Berdasarkan persamaan (2.8) didapatkan :

$$\begin{aligned} C &= (1 - u) M \\ &= (1 - 0,276476) 547,995 \\ &= 396,487 \end{aligned}$$

Dengan nilai Box-M didapatkan dari persamaan (2.9)

$$\begin{aligned} \chi_{\alpha, v}^2 &= \chi_{0,05;282}^2 \\ &= 322,1667 \end{aligned}$$

Kriteria Uji :

Oleh karena $C = 396,487 > \chi_{\alpha, v}^2 = 322,1667$ maka H_0 ditolak yang berarti matriks varian kovarian untuk variabel kualitas mesin 1 tidak homogen.

2. Uji Homogen Matriks Varian Kovarian Mesin 2

Hipotesa :

$H_0 : \mathbf{S}_1 = \mathbf{S}_2 = \dots = \mathbf{S}_{48}$ (matriks varians kovarian untuk variabel kualitas mesin 2 adalah homogen)

H_1 : Minimal ada satu matriks varian kovarian yang tidak sama.

Statistik Uji :

Dari persamaan (2.8) didapatkan :

$$\begin{aligned} C &= (1 - u) M \\ &= (1 - 0,276476) 618,076 \\ &= 447,193 \end{aligned}$$

dengan nilai Box-M didapat dari persamaan (2.9).

$$\begin{aligned} \chi^2_{\alpha, v} &= \chi^2_{0,05,282} \\ &= 322,1667 \end{aligned}$$

Kriteria Uji :

Oleh karena $C = 447,193 > \chi^2_{\alpha, v} = 322,1667$ maka H_0 ditolak yang berarti matriks varian kovarian untuk variabel kualitas mesin 2 tidak homogen.

Karena hasil pengujian matriks varian kovarian pada mesin 1 dan mesin 2 tidak homogen, maka Analisis MANOVA tidak dapat dilakukan dan digunakan metode lain untuk menyelesaikan permasalahan tanpa memerlukan asumsi matriks varian kovarian yang homogen yaitu menggunakan Metode Behren Fisher.

4.5 Pengujian Behren Fisher

Pengujian Behren Fisher dilakukan untuk mengetahui perbedaan kualitas produksi mesin 1 dan mesin 2 pada pembuatan keramik tanpa memerlukan asumsi matriks varian kovarian yang homogen.

Adapaun hipotesis untuk menguji perbedaan kualitas produksi antar 2 mesin adalah sebagai berikut,

Hipotesis :

$$\begin{aligned} H_0 : \mu_1 &= \mu_2 \\ H_1 : \mu_1 &\neq \mu_2 \end{aligned}$$

Statistik Uji :

$$\begin{aligned}
 D &= (\bar{X}_1 - \bar{X}_2)' A^{-1} (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) \\
 &= [3,47222E - 05 \quad 0,023611 \quad -0,04618] \\
 &\quad \begin{bmatrix} 1003724,055 & -6159,818 & -4452,67 \\ -6159,8188 & 3091,2146 & -192,925 \\ -4452,66968 & -192,9253 & 1488,263 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3,47222E - 05 \\ 0,023611 \\ -0,04618 \end{bmatrix} \\
 &= 5,32335
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d &= \chi^2_{(\alpha,p)} \left\{ 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{a}{2} + \frac{b \chi^2_{(\alpha,p)}}{p(p-2)} \right) \right\} \\
 &= 7,814 \left\{ 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{0,01562543}{2} + \frac{0,015734764(7,814)}{3(3-2)} \right) \right\} \\
 &= 7,624047
 \end{aligned}$$

Kriteria Uji :

Karena nilai $D = 5,32335 < d = 7,624047$ maka terjadi penerimaan H_0 yang berarti tidak terdapat perbedaan kualitas produksi antar mesin 1 dan mesin 2.

Dalam hal ini berarti proses produksi hasil giling kontinyu bahan *body* keramik antar mesin mempunyai perbandingan kandungan material dan kadar air yang relatif sama karena kualitas yang dihasilkan tidak terdapat perbedaan.

4.6 Evaluasi Proses Produksi

Setelah data memenuhi asumsi distribusi normal multivariat dan saling berhubungan antar ketiga variabel kualitas, maka selanjutnya dibuat peta kendali multivariat Hotelling T^2 untuk evaluasi proses produksi pada kedua mesin dengan tiga variabel kualitas hasil giling kontinyu bahan *body* keramik. Peta Hotelling T^2 dapat dilihat pada Gambar 4.1 sampai Gambar 4.6.

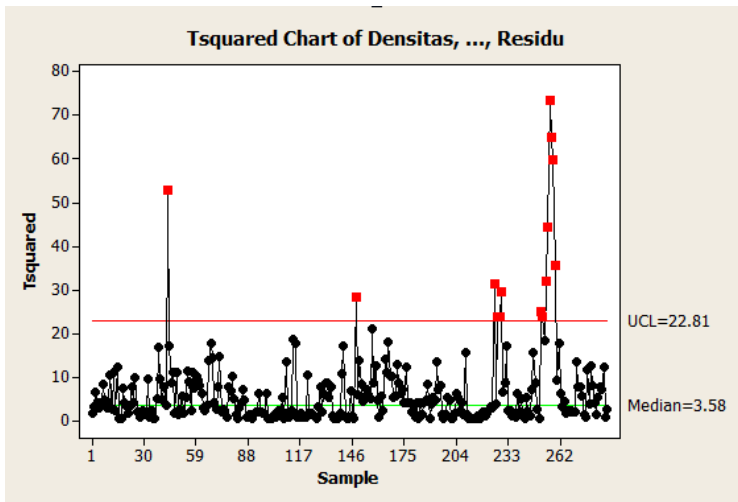
1. Evaluasi Proses Produksi Mesin 1

Pada Gambar 4.1 menunjukkan peta kendali pada mesin 1, dimana masih banyak pengamatan yang *out of control* diantaranya adalah pengamatan ke 43, 148, 225, 227, 228, 229, 251, 252, 254, 255, 256, 257, 258, dan 259. Setelah dianalisis penyebab *out of control* yang dapat dilihat pada Tabel 4.5, bahwa yang menyebabkan *out of control* adalah adanya variabel

Densitas yang terlalu tinggi. Hal ini disebabkan karena kadar air dalam proses giling kontinyu bahan *body* terlalu rendah.

Dalam hal ini apabila pengamatan yang *out of control* tetap dibiarkan maka dapat merugikan perusahaan. Sehingga perlu penanganan khusus yaitu menghilangkan titi-titik yang *out of control* agar proses terkendali. Setelah menghilangkan titik yang *out of control* didapatkan peta kendali Hotelling T^2 pada Gambar 4.2.

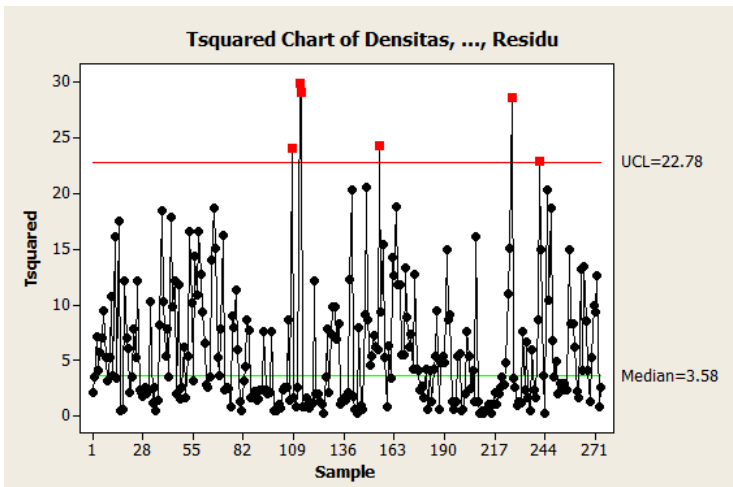
Dari Gambar 4.2 masih terdapat pengamatan yang *out of control*. Pengamatan yang *out of control* adalah pengamatan ke 108, 112, 113, 155, 226 dan 241. Setelah pengamatan-pengamatan yang *out of control* dihilangkan maka didapat peta kendali Hotelling T^2 pada mesin 1 dalam keadaan terkendali dengan berada diantara $BKA = 22.76$ dan $BKB = 0$ yang dapat dilihat pada Gambar 4.3.

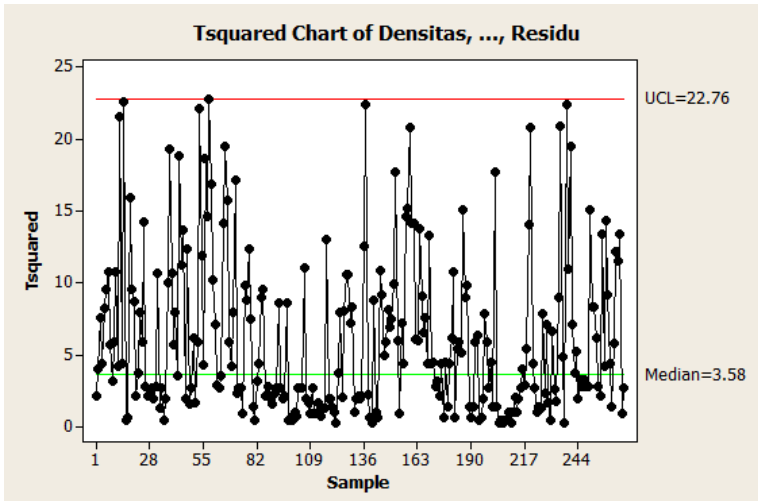


Gambar 4.1 Hotelling T^2 proses produksi mesin 1 kondisi 1

Tabel 4.5 Penyebab *out of control* mesin 1

Pengamatan ke-	T^2	d_1	d_2	d_3	$\chi^2_{\alpha,1}$
43	23.396	2.509	0.946	21.153	3,814
148	12.283	8.277	0.158	2.616	
225	14.363	0.653	14.073	0.258	
227	10.438	2.542	8.619	0.150	
228	10.437	2.542	8.618	0.150	
229	14.121	0.729	13.771	0.016	
251	10.784	2.470	8.737	0.496	
252	10.438	2.542	8.618	0.150	
254	13.979	6.321	8.883	0.096	
255	17.575	16.145	1.987	0.161	
256	29.222	24.577	5.839	0.509	
257	25.679	23.712	2.296	0.429	
258	24.794	21.2109	1.412	0.233	
259	14.454	9.923	0.409	4.787	

**Gambar 4.2** Hotelling T^2 proses produksi mesin 1 kondisi 2



Gambar 4.3 Hotelling T^2 proses produksi mesin 1 kondisi terkendali

2. Evaluasi Proses Produksi Mesin 2

Pada Gambar 4.4 merupakan peta kendali Hotelling T^2 proses produksi mesin 2, dan terlihat banyak pengamatan yang *out of control* diantaranya adalah pengamatan ke 4, 31, 37, 230, 247, 248, 254, 255, 256, 257, 258 dan 259. Setelah dianalisis penyebab *out of control* yang dapat dilihat pada Tabel 4.6 bahwa yang menyebabkan *out of control* adalah adanya variabel Residu yang terlalu tinggi. Hal ini disebabkan karena kandungan material dalam proses giling kontinyu bahan *body* terlalu banyak.

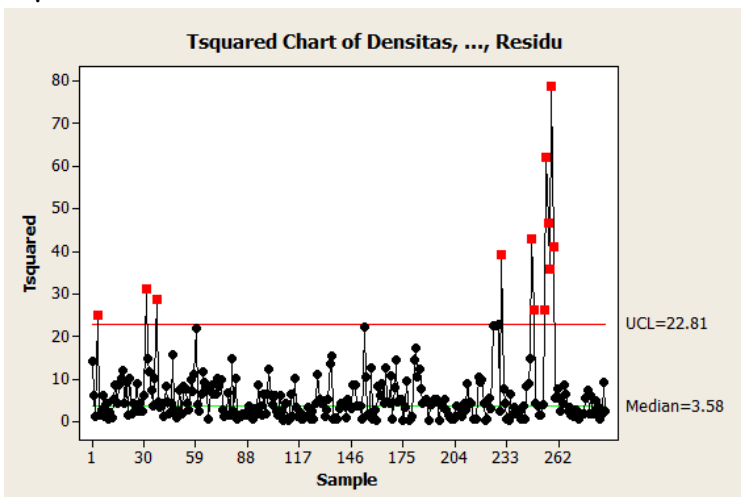
Dalam hal ini apabila pengamatan yang *out of control* tetap dibiarkan maka dapat merugikan perusahaan. Sehingga perlu penanganan khusus yaitu menghilangkan titi-titik yang *out of control* agar proses terkendali. Setelah menghilangkan titik yang *out of control* didapatkan peta kendali Hotelling T^2 pada Gambar 4.5.

Dari Gambar 4.5 masih terdapat pengamatan yang *out of control*. Pengamatan yang *out of control* adalah pengamatan ke 56, 150, 222, 223, 224 dan 225. Setelah pengamatan-pengamatan

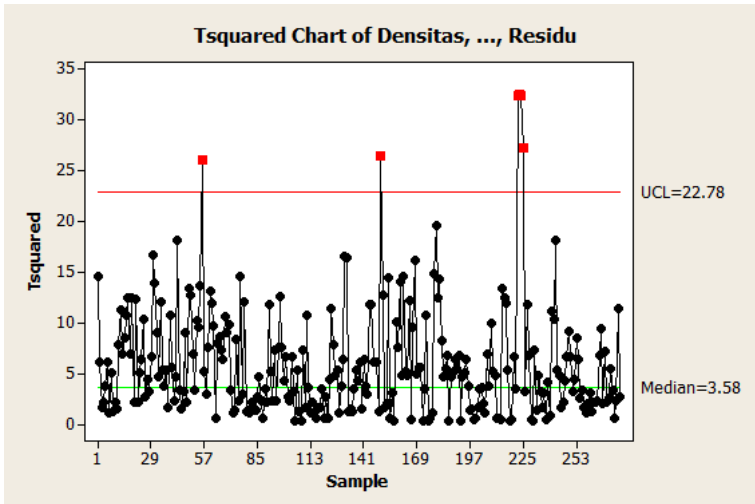
yang *out of control* dihilangkan maka didapat peta kendali Hotelling T^2 pada mesin 1 dalam keadaan terkendali dengan berada diantara BKA= 22.77 dan BKB=0 yang dapat dilihat pada Gambar 4.6.

Tabel 4.6 Penyebab *out of control* mesin 2

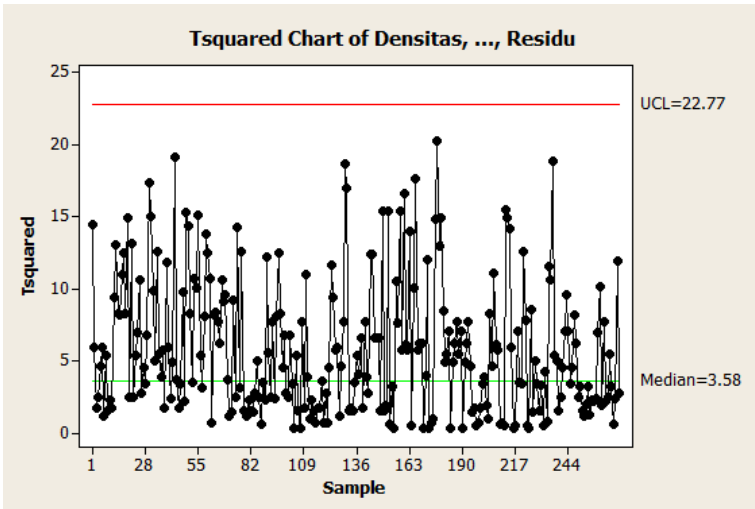
Pengamatan ke-	T^2	d_1	d_2	d_3	$\chi^2_{\alpha,1}$
4	9.984	1.014	8.987	8.700	3,841
31	13.397	10.763	12.446	1.787	
37	15.539	10.546	8.614	15.129	
230	17.354	16.644	0.328	16.593	
247	17.303	2.138	17.089	13.173	
248	10.556	1.307	10.392	8.053	
254	10.442	4.592	5.352	9.624	
255	26.382	5.454	18.882	26.256	
256	19.476	4.864	12.698	19.453	
257	15.895	2.889	12.919	15.413	
258	32.342	9.389	19.258	32.307	
259	16.833	7.053	16.337	7.826	



Gambar 4.4 Peta Hotelling T^2 proses produksi mesin 2 kondisi 1



Gambar 4.5 Peta Hotelling T^2 proses produksi mesin 2 kondisi 2



Gambar 4.6 Peta Hotelling T^2 proses produksi mesin 2 kondisi terkendali

Setelah dari masing-masing mesin sudah terkendali akan dilakukan analisis kapabilitas proses guna mengetahui apakah proses produksi giling kontinyu bahan *body* sudah *capable*.

4.7 Kapabilitas Proses

Setelah melakukan analisis dengan menggunakan peta kendali Hotelling T^2 dalam keadaan sudah terkendali secara statistik, maka langkah selanjutnya adalah menaksir kemampuan proses (C_p) dalam menghasilkan produk yang berkualitas pada proses penggilingan kontinyu bahan *body* dengan 2 mesin produksi dimana sesuai dengan batas spesifikasi yang telah ditentukan oleh perusahaan.

1. Kapabilitas Proses Mesin 1

Berdasarkan persamaan (2.12) dan persamaan (2.13) maka didapatkan :

$$F^{-1} = \begin{bmatrix} 733,0787 & 953,096 & 2918,972 \\ 953,096 & 1247,39 & 3796,31 \\ 2918,972 & 3796,31 & 11647,92 \end{bmatrix}$$

$$k^2 = \begin{bmatrix} -0,04303 & -0,34607 & 0,597753 \\ 15985,49 & -319,299 & -13,5003 \\ -319,299 & 37,73658 & -2,13608 \\ -13,5003 & -2,13608 & 10,74155 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0,04303 \\ -0,34607 \\ 0,597753 \end{bmatrix}$$

$$= 30,02893$$

$$k = 5,479866$$

Sehingga dihasilkan C_p berdasarkan persamaan (2.10) sebagai berikut.

$$C_p = \frac{5,479866}{0,0473298} \left(\frac{(267-1)p}{321163} \right)^{1/2}$$

$$= 5,771294$$

Karena nilai $C_p = 5,771294 > 1$, maka proses produksi dinyatakan *capable*.

2. Kapabilitas Proses Mesin 2

Berdasarkan persamaan (2.12) dan persamaan (2.13) maka didapatkan :

$$\begin{aligned}
 F^{-1} &= \begin{bmatrix} 740,9543 & 957,504 & 2966,782 \\ 957,504 & 1245,39 & 3835,54 \\ 2966,782 & 3835,54 & 11902,6 \end{bmatrix} \\
 k^2 &= \begin{bmatrix} -0,04344 & -0,3563 & 0,632593 \\ 12450,56 & -239,252 & -86,3328 \\ -239,252 & 37,49885 & -1,72268 \\ -86,3328 & -1,72268 & 11,76647 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0,04344 \\ -0,3563 \\ 0,632593 \end{bmatrix} \\
 &= 31,11092 \\
 k &= 5,577717
 \end{aligned}$$

Sehingga dihasilkan C_p berdasarkan persamaan (2.10) sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 C_p &= \frac{5,577717}{0,0473298} \left(\frac{(270-1)3}{328915,1} \right)^{1/2} \\
 &= 5,837352
 \end{aligned}$$

Karena nilai $C_p = 5,837352 > 1$, maka proses produksi dinyatakan *capable*.

Semua nilai kapabilitas proses dari mesin 1 dan mesin 2 yang terkendali lebih besar dari 1 yang dapat dikatakan bahwa proses penggilingan kontinyu bahan *body* keramik telah *capable*. Hal ini menyatakan bahwa kemampuan proses produksi hasil giling kontinyu bahan *body* telah berada diantara batas spesifikasi atas dan batas spesifikasi bawah yang diberikan oleh perusahaan.

BAB V

PENUTUP

Pada bab ini diberikan kesimpulan mengenai hasil dari penelitian yang telah dilakukan sehingga dapat menjadi pertimbangan bagi PT. Platinum Ceramics Surabaya dan berisi saran sebagai pertimbangan dalam pengembangan atau penelitian lebih lanjut.

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan keseluruhan hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Tidak terjadi perbedaan kualitas produksi giling kontinyu bahan *body* antar mesin 1 dan mesin 2 pada periode Januari 2015-Februari 2015 berdasarkan 3 variabel kualitas Densitas, Viscositas, dan Residu dengan menggunakan Metode Behren Fisher.
2. Hasil dari analisis menggunakan grafik kendali Hotelling T^2 diketahui bahwa variabel Densitas, Viscositas, dan Residu pada proses giling kontinyu bahan *body* keramik belum terkendali karena masih terdapat pengamatan-pengamatan yang keluar dari Batas Kendali.
3. Proses produksi keramik hasil giling kontinyu bahan *body* periode Januari 2015-Februari 2015 pada masing-masing mesin adalah *capable* dengan indeks kapabilitas mesin 1 adalah 5,771294 dan mesin 2 dengan indeks kapabilitas 5,837352.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis, diberikan saran sebagai berikut :

1. Harap lebih diperhatikan faktor-faktor penyebab *out of control* guna meningkatkan produktivitas perusahaan dalam memproduksi keramik dengan kualitas tinggi.

2. Dilakukan analisis kemampuan proses secara berkala, sehingga dapat diketahui hasil giling kontinyu bahan *body* keramik tetap berada pada batas-batas yang ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Joe. 2011. *Pengendalian Kualitas*. <http://joe-proudly-present.blogspot.com/2011/11pengendalian-kualitas.html>. Diakses pada tanggal 15 Februari 2015 pukul 14.45 WIB.
- [2] Andrewidya. 2008. *Selamat datang di WEB Platinum Ceramics*.<https://andrewidya.wordpress.com/category/platinum-ceramics/>. Diakses pada tanggal 15 februari 2015 pukul 15.10.
- [3] Damayanti, Yunita. 2011. *Analisis Penggilingan Akhir Semen di PT. SEMEN GRESIK*. Tugas Akhir-Jurusan Statistika ITS Surabaya.
- [4] Devintasari, Dika V. 2014. *Pengendalian Kualitas Pupuk ZA I Menggunakan Grafik Kendali Multivariat T^2 Hotelling di PT. PETROKIMIA GRESIK*. Tugas Akhir - Jurusan Matematika ITS Surabaya.
- [5] Morrison, D. 2005. *Multivariate Statistical Methods (Second Edition)*. United States of America: The Wharton School University of Rennsylvania.
- [6] Johnson, R. A & Wichern, D. W. 2007. *Applied Multivariat Statistical Analysis 6th Edition*. USA : Prentice Hall.
- [7] Montgomery, D.C. 1990. *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*. Alih bahasa : Zanzawi Soejoeti. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- [8] Montgomery, D. C. 2009. *Introduction to Statistical Quality Control Fift Edition*. New York : John Wiley & Sons, Inc.
- [9] Kotz, Samuel and L.Johnson, Norman. 1993. *Process Capability indices*. London : University of North Carolina, Chapman & Hal.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran A1 : Data awal hasil giling kontinyu bahan *body* keramik periode Januari 2015-Februari 2015 Mesin 1

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
1	1.65	2	6.6
2	1.66	2	6.8
3	1.66	2	6.1
4	1.66	2.2	6.2
5	1.65	2.4	6.6
6	1.65	2.4	6.4
7	1.65	1.8	6.8
8	1.66	2	6.2
9	1.65	2	6.3
10	1.65	2.2	7
11	1.66	2.2	7.3
12	1.65	2.2	6.9
13	1.66	2.7	6.7
14	1.66	2.4	6.8
15	1.66	2.7	7
16	1.66	2.2	6.7
17	1.66	2.2	6.5
18	1.65	2.5	7
19	1.65	2.4	6.4
20	1.65	2.4	6.5
21	1.65	2	6.6
22	1.65	2	6.8
23	1.66	2.2	7.2
24	1.65	2.2	7
25	1.65	1.7	6.6
26	1.66	2	6.5
27	1.65	2	6.6
28	1.65	2.2	6.7
29	1.65	2	6.7
30	1.65	2	6.5
31	1.66	2	6.5
32	1.65	2.1	7.2
33	1.65	2.1	6.5
34	1.65	2	6.7
35	1.66	2.2	6.7
36	1.65	2.2	6.6
37	1.64	2.2	6.4

Lampiran A1 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
38	1.66	2.4	7.5
39	1.65	2.1	7.2
40	1.65	2.1	7
41	1.66	2.2	7.2
42	1.66	2.2	7
43	1.64	2	8
44	1.66	2	7.4
45	1.66	1.9	7
46	1.66	1.9	7.1
47	1.65	2	6.5
48	1.65	2	7.2
49	1.66	2.1	6.4
50	1.66	2.1	6.3
51	1.65	2	6.1
52	1.66	2.1	6.8
53	1.67	2.2	6.4
54	1.66	2.7	6.6
55	1.66	2.4	6.1
56	1.66	2.4	6.6
57	1.66	2.6	6.3
58	1.66	2.6	6.6
59	1.65	2.6	6.4
60	1.66	2.6	6.4
61	1.66	2.4	7.2
62	1.66	2	7
63	1.66	2.1	6.9
64	1.65	2	6.7
65	1.66	2.2	7
66	1.66	2.2	7.4
67	1.65	2	7.4
68	1.65	2	7.3
69	1.65	2.2	7
70	1.65	2.2	6.9
71	1.66	2.2	7.2
72	1.65	2.2	7.4
73	1.65	2	6.4
74	1.66	2.1	6.3
75	1.66	2.2	6.3

Lampiran A1 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
76	1.66	2.1	6.5
77	1.65	1.8	6.2
78	1.65	1.8	6.3
79	1.67	2.1	6.1
80	1.66	2.4	6.3
81	1.66	2.2	6.4
82	1.66	2.2	6.7
83	1.65	2	6.3
84	1.65	2	6.2
85	1.64	2	6.2
86	1.64	2.2	6.6
87	1.65	2.2	6.5
88	1.65	2.2	6.5
89	1.65	2.2	6.4
90	1.65	2.2	6.6
91	1.66	2.1	6.4
92	1.65	2	6.4
93	1.66	2	6.6
94	1.65	1.8	6.6
95	1.66	2	6.6
96	1.65	2	6.5
97	1.65	2	6.6
98	1.65	1.8	6.6
99	1.66	2.2	6.7
100	1.66	2.2	6.5
101	1.66	2.2	6.7
102	1.66	2.2	6.8
103	1.66	2.1	6.6
104	1.66	2	6.6
105	1.65	2	6.7
106	1.65	2	6.7
107	1.65	2.4	7
108	1.65	2.2	6.6
109	1.64	2.6	6.6
110	1.66	2.1	6.8
111	1.66	2.1	6.5
112	1.65	2	6.7
113	1.65	2.8	6.5

Lampiran A1 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
114	1.65	2.8	6.6
115	1.66	2.1	6.5
116	1.66	2.1	6.5
117	1.66	2.1	6.8
118	1.66	2.1	6.6
119	1.65	2.1	6.6
120	1.65	2.1	6.5
121	1.64	2	7
122	1.65	2	6.5
123	1.65	2	6.5
124	1.66	2.2	6.4
125	1.66	2.2	6.8
126	1.66	2.2	6.6
127	1.65	2	6.8
128	1.66	2.2	7.2
129	1.66	2.2	6.9
130	1.65	2.2	7.1
131	1.65	2.2	7.2
132	1.65	2.2	7.2
133	1.64	2	6.4
134	1.65	2	6
135	1.66	2.2	6.8
136	1.65	2.2	6.6
137	1.65	2.2	6.5
138	1.65	2.2	6.6
139	1.65	2	6.6
140	1.64	2	6
141	1.64	2.2	5.8
142	1.65	2.2	6.7
143	1.66	2.2	6.5
144	1.66	2.2	6.6
145	1.65	1.8	6.3
146	1.66	2.1	6.7
147	1.66	2.2	6.5
148	1.62	2	6
149	1.64	2.2	6.3
150	1.63	2.2	6.8
151	1.66	2.2	6

Lampiran A1 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
152	1.67	2.2	6.5
153	1.67	2.2	6.4
154	1.67	2.4	6.4
155	1.67	2.4	6.5
156	1.66	2.4	6.3
157	1.68	2.1	6
158	1.66	2	6
159	1.68	2.1	6.5
160	1.67	2.1	6.6
161	1.66	2.1	6.5
162	1.67	2.1	6.4
163	1.66	2.4	6.8
164	1.68	2.4	7
165	1.67	2.6	6.5
166	1.68	2.6	6.5
167	1.67	2.6	6.6
168	1.67	2.6	6.6
169	1.67	2.4	6.6
170	1.67	2.4	6.8
171	1.68	2.4	6.9
172	1.67	2.4	7.1
173	1.67	2.4	6.9
174	1.67	2.4	7
175	1.67	2.2	6.7
176	1.68	2.4	6.8
177	1.67	2.2	6.7
178	1.67	2.2	6.6
179	1.66	2	6.5
180	1.66	2	6.7
181	1.65	2.2	6.5
182	1.67	2.2	6.7
183	1.66	2.2	6.5
184	1.67	2.2	6.6
185	1.66	2.2	6.4
186	1.67	2.2	6.7
187	1.67	2.1	6.7
188	1.65	1.8	6.8
189	1.66	2.2	6.5

Lampiran A1 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
190	1.65	2.2	6.2
191	1.67	2.2	6.4
192	1.67	2.3	6.5
193	1.64	1.8	6
194	1.64	2	6.2
195	1.65	2.2	6
196	1.66	2.2	6.4
197	1.66	2.2	6.5
198	1.66	2.2	6.4
199	1.67	2.2	6.4
200	1.67	2.1	6.5
201	1.66	2.2	6.7
202	1.66	2.2	6.5
203	1.65	2	6.5
204	1.64	2	6.3
205	1.67	2.2	6.4
206	1.66	2.2	6.3
207	1.67	2.2	6.6
208	1.66	2.2	6.4
209	1.67	2.4	6
210	1.66	2.2	6.4
211	1.66	2.2	6.6
212	1.66	2.2	6.7
213	1.66	2.2	6.6
214	1.66	2.2	6.7
215	1.66	2.2	6.7
216	1.66	2.2	6.8
217	1.66	2.2	6.6
218	1.66	2.2	6.8
219	1.66	2.2	6.9
220	1.66	2.2	6.8
221	1.65	2	6.5
222	1.65	2	6.7
223	1.66	2	6.8
224	1.66	2.1	6.9
225	1.65	3	6.5
226	1.65	2.2	6.2
227	1.64	2.8	6.5

Lampiran A1 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
228	1.64	2.8	6.5
229	1.65	3	6.7
230	1.64	2.3	6.8
231	1.65	2.6	6.8
232	1.65	2.8	6.7
233	1.66	2.4	6.8
234	1.65	2	6.7
235	1.66	2.1	6.7
236	1.66	2.2	6.4
237	1.65	2.1	6.5
238	1.64	2	6.3
239	1.65	2	6.4
240	1.64	2	6.5
241	1.66	2.1	6.8
242	1.66	2.2	6.7
243	1.67	2.1	6.8
244	1.65	2.1	6.8
245	1.65	2.1	6.4
246	1.64	2	6.2
247	1.66	2.8	6.7
248	1.65	2.6	6.6
249	1.66	2.4	6.5
250	1.66	2.2	6.6
251	1.64	2.8	6.4
252	1.64	2.8	6.5
253	1.68	2.2	6.1
254	1.63	2.8	6.7
255	1.61	2.4	6.4
256	1.6	2.6	6.3
257	1.6	2.4	6.3
258	1.6	1.8	6.3
259	1.62	2	7.2
260	1.64	1.8	6.5
261	1.65	2	7.4
262	1.65	2	7
263	1.65	2	6.8
264	1.65	2	6.9
265	1.65	2	6.5

Lampiran A1 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
266	1.66	2	6.4
267	1.66	2	6.5
268	1.66	2	6.4
269	1.66	2	6.5
270	1.66	2	6.5
271	1.64	1.8	6
272	1.65	2	6
273	1.65	2	6
274	1.65	2	6.1
275	1.65	2.2	6.4
276	1.65	2.2	6.5
277	1.64	1.8	6.1
278	1.66	2.1	6.2
279	1.67	2.2	6
280	1.67	2.2	6.2
281	1.66	2.2	6.2
282	1.66	2.2	6.4
283	1.67	2.4	6.7
284	1.66	1.8	6.7
285	1.66	1.8	6.4
286	1.68	2.4	6.7
287	1.66	2.1	6.5
288	1.66	2.1	6.3

Lampiran A2 : Data awal hasil giling kontinyu bahan *body* keramik periode Januari 2015-Februari 2015 Mesin 2

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
1	1.64	1.8	5.9
2	1.65	2	6.1
3	1.65	2	6.6
4	1.69	2	6.4
5	1.65	2.2	6.4
6	1.66	2.4	6.7
7	1.65	2	6.1
8	1.66	2.2	6.5
9	1.65	2.2	6.2
10	1.65	2.2	6.6
11	1.66	2.2	6.4
12	1.65	2.2	6.5
13	1.65	2.4	6.4
14	1.65	2.4	6.2
15	1.65	2.4	6.5
16	1.65	2	6
17	1.64	1.8	6.1
18	1.64	1.8	6
19	1.65	2.4	6.5
20	1.66	2.6	6.8
21	1.65	2.2	6.4
22	1.64	2.2	6
23	1.66	2.3	6.9
24	1.65	2.2	6.2
25	1.64	2.2	6.4
26	1.65	2.1	7.2
27	1.66	2.2	7
28	1.66	2.2	7.1
29	1.65	2	6.8
30	1.66	2.2	7.2
31	1.64	2	7.6
32	1.66	2	7.4
33	1.66	1.9	7.2
34	1.66	1.9	7
35	1.65	2	6.9
36	1.65	2	7.2
37	1.62	1.5	6.2

Lampiran A2 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
38	1.66	1.9	6.5
39	1.65	1.9	6.5
40	1.66	1.9	6.7
41	1.65	2	6.6
42	1.66	1.8	6.8
43	1.66	2	7
44	1.66	2	6.7
45	1.67	2.2	6.5
46	1.64	2.2	5.8
47	1.65	2.2	6.3
48	1.65	2.2	6.5
49	1.65	2	6.8
50	1.64	1.8	6.5
51	1.66	2	6.6
52	1.64	2.4	6.4
53	1.64	2.4	6.6
54	1.65	2.4	6.5
55	1.65	2.1	6.9
56	1.67	2.4	7.3
57	1.64	2	6.9
58	1.65	1.8	7
59	1.66	1.8	7.4
60	1.65	2.2	7
61	1.66	2	6.8
62	1.66	2	7.1
63	1.66	2	7.3
64	1.64	2	7
65	1.65	1.8	6.8
66	1.66	2.2	6.8
67	1.65	1.8	6.3
68	1.66	2	6.1
69	1.65	1.8	6.4
70	1.66	2	6.2
71	1.65	1.8	6.1
72	1.65	1.8	6.2
73	1.65	1.9	6
74	1.65	2.2	6.3
75	1.66	2.2	6.5

Lampiran A2 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
76	1.66	2.2	6.9
77	1.65	1.8	6.7
78	1.65	2.2	6.8
79	1.65	2	5.8
80	1.66	2	6.8
81	1.65	2	7.2
82	1.65	2.2	6.6
83	1.66	2.2	6.9
84	1.66	2.2	6.5
85	1.65	2	6.7
86	1.65	2	6.5
87	1.66	2.2	6.9
88	1.66	2.2	7
89	1.65	2	6.9
90	1.65	2.2	6.8
91	1.66	2.1	6.7
92	1.66	2.1	7
93	1.65	2	6.7
94	1.64	2.2	7
95	1.64	2	6.6
96	1.65	2.2	6.8
97	1.65	1.8	6.4
98	1.66	2	6.7
99	1.66	2	7.1
100	1.65	1.8	6
101	1.65	1.8	6.6
102	1.67	2.2	7
103	1.66	2.2	7.2
104	1.66	2.2	7
105	1.65	2.2	6.8
106	1.66	2.2	7.2
107	1.65	2	6.8
108	1.66	2.2	6.7
109	1.64	2	6.3
110	1.65	2.2	6.6
111	1.66	2.2	6.7
112	1.65	1.8	6.4
113	1.65	2	6.6

Lampiran A2 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
114	1.64	1.8	6.1
115	1.67	2.2	6.6
116	1.66	2.1	6.5
117	1.66	2.2	6.4
118	1.65	2.2	6.6
119	1.66	2.2	6.8
120	1.65	2	6.6
121	1.65	2	6.6
122	1.67	2.2	6.9
123	1.66	2.2	6.8
124	1.66	2.2	7
125	1.66	2.2	6.8
126	1.66	2.2	7.1
127	1.66	2.2	6
128	1.65	2.4	6.4
129	1.67	2.4	6.8
130	1.67	2.3	6.5
131	1.66	2.2	6.5
132	1.66	2.4	6.8
133	1.66	2.4	6.4
134	1.65	2.4	6
135	1.65	2.2	5.8
136	1.65	2.2	6.6
137	1.65	2.2	6.5
138	1.65	2.2	6.6
139	1.66	2.1	7
140	1.64	2	6.3
141	1.65	2	6.2
142	1.64	2.2	6.5
143	1.65	2.2	6.5
144	1.66	2.4	6.4
145	1.66	2.2	6.3
146	1.65	2	6.3
147	1.63	2	6.3
148	1.63	2	6.3
149	1.64	2.2	6.5
150	1.64	2.2	6.5
151	1.64	2.2	6.5

Lampiran A2 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
152	1.65	2.2	6.6
153	1.68	2.8	6.9
154	1.67	2.6	6.7
155	1.65	2	6.5
156	1.65	2	6.4
157	1.68	2.3	6.4
158	1.66	2.1	6.6
159	1.67	2.2	6.8
160	1.66	2.2	6.7
161	1.68	2.2	6.7
162	1.67	2	6.5
163	1.64	2.4	6.8
164	1.67	2.4	6.8
165	1.68	2.5	6.6
166	1.67	2.4	6.7
167	1.67	2.4	6.8
168	1.68	2.5	6.8
169	1.66	2.2	6.6
170	1.68	2.2	6.9
171	1.67	2.6	7.3
172	1.67	2.4	6.9
173	1.67	2.4	7
174	1.67	2.4	7
175	1.66	2.2	6.7
176	1.67	2.3	6.7
177	1.68	2.4	6.7
178	1.66	2.2	6.7
179	1.66	2.2	6.8
180	1.66	2.1	6.5
181	1.65	2.1	5.8
182	1.68	2.2	6.2
183	1.68	2.2	6.5
184	1.68	2.2	6.4
185	1.67	2.2	6.3
186	1.67	2.2	6.5
187	1.67	2.1	6.5
188	1.67	2	6.8
189	1.66	2.2	6.7

Lampiran A2 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
190	1.67	2.1	6.9
191	1.66	2.4	6.5
192	1.66	2.4	6.4
193	1.67	2.1	6.5
194	1.67	2	6.8
195	1.66	2.2	6.7
196	1.67	2.1	6.9
197	1.66	2.4	6.5
198	1.66	2.4	6.4
199	1.66	2.4	6.7
200	1.66	2.2	6.9
201	1.65	2.2	6.7
202	1.66	2.2	6.6
203	1.66	2.2	6.8
204	1.65	2	6.6
205	1.66	2.1	6.3
206	1.67	2.2	6.6
207	1.65	2	6.4
208	1.66	2.1	6.5
209	1.65	2.4	6.5
210	1.66	2.4	6.7
211	1.68	2.4	6.8
212	1.67	2.4	6.7
213	1.67	2.4	6.8
214	1.66	2.1	6.6
215	1.66	2.2	6.8
216	1.66	2.2	6.6
217	1.66	2.6	7
218	1.66	2.6	6.8
219	1.67	2.6	6.9
220	1.66	2.4	7
221	1.66	2.2	6.7
222	1.66	2.2	6.6
223	1.65	2	7
224	1.66	2.1	7
225	1.65	2.8	6.8
226	1.65	2.8	6.7
227	1.65	2.8	6.8

Lampiran A2 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
228	1.68	2.8	6.8
229	1.65	2	6.8
230	1.65	3	6.5
231	1.64	2.3	6.9
232	1.65	2.4	6.8
233	1.66	2.2	6.6
234	1.66	2.2	6.7
235	1.67	2.4	6.5
236	1.66	2.2	6.9
237	1.64	2	6.5
238	1.65	2	6.8
239	1.65	2	6.5
240	1.67	2.2	6.7
241	1.66	2.2	6.6
242	1.67	2.1	6.7
243	1.65	2.1	6.6
244	1.64	2.1	7
245	1.65	2.1	7.2
246	1.64	2	7.2
247	1.61	2.2	7.1
248	1.62	2.2	7
249	1.64	2	6.3
250	1.64	2	6.4
251	1.65	2	6.5
252	1.65	2.2	6.4
253	1.67	2.2	7
254	1.63	2.6	6.9
255	1.6	2.6	6.4
256	1.61	2.6	6.5
257	1.61	2.4	6.3
258	1.6	2.8	6.6
259	1.62	2	7.4
260	1.65	2	7
261	1.65	2	7.1
262	1.65	2	7
263	1.65	2	6.8
264	1.66	2.2	7.1
265	1.65	2	6

Lampiran A2 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
266	1.66	2	6.2
267	1.66	2	6.5
268	1.66	2	6.4
269	1.65	2	6.5
270	1.66	2.2	6.5
271	1.66	2.1	6.4
272	1.67	2.2	6.8
273	1.65	2.1	6.7
274	1.65	2	6.7
275	1.66	2	6.6
276	1.66	2	6.7
277	1.67	2	6.6
278	1.66	1.8	6.6
279	1.65	2	6.4
280	1.65	1.8	6.5
281	1.66	2	6.6
282	1.66	2	6.5
283	1.67	2.1	6.5
284	1.66	2	6.4
285	1.66	2.1	6.6
286	1.66	2	6.7
287	1.68	2.1	6.8
288	1.66	2.2	7

**Lampiran A3 : Data terkendali hasil giling kontinyu bahan
body keramik periode Januari 2015-Februari 2015 Mesin 1**

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
1	1.65	2	6.6
2	1.66	2	6.8
3	1.66	2	6.1
4	1.66	2.2	6.2
5	1.65	2.4	6.6
6	1.65	2.4	6.4
7	1.65	1.8	6.8
8	1.66	2	6.2
9	1.65	2	6.3
10	1.65	2.2	7
11	1.66	2.2	7.3
12	1.65	2.2	6.9
13	1.66	2.7	6.7
14	1.66	2.4	6.8
15	1.66	2.7	7
16	1.66	2.2	6.7
17	1.66	2.2	6.5
18	1.65	2.5	7
19	1.65	2.4	6.4
20	1.65	2.4	6.5
21	1.65	2	6.6
22	1.65	2	6.8
23	1.66	2.2	7.2
24	1.65	2.2	7
25	1.65	1.7	6.6
26	1.66	2	6.5
27	1.65	2	6.6
28	1.65	2.2	6.7
29	1.65	2	6.7
30	1.65	2	6.5
31	1.66	2	6.5
32	1.65	2.1	7.2
33	1.65	2.1	6.5
34	1.65	2	6.7
35	1.66	2.2	6.7
36	1.65	2.2	6.6
37	1.64	2.2	6.4

Lampiran A3 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
38	1.66	2.4	7.5
39	1.65	2.1	7.2
40	1.65	2.1	7
41	1.66	2.2	7.2
42	1.66	2.2	7
43	1.66	2	7.4
44	1.66	1.9	7
45	1.66	1.9	7.1
46	1.65	2	6.5
47	1.65	2	7.2
48	1.66	2.1	6.4
49	1.66	2.1	6.3
50	1.65	2	6.1
51	1.66	2.1	6.8
52	1.67	2.2	6.4
53	1.66	2.7	6.6
54	1.66	2.4	6.1
55	1.66	2.4	6.6
56	1.66	2.6	6.3
57	1.66	2.6	6.6
58	1.65	2.6	6.4
59	1.66	2.6	6.4
60	1.66	2.4	7.2
61	1.66	2	7
62	1.66	2.1	6.9
63	1.65	2	6.7
64	1.66	2.2	7
65	1.66	2.2	7.4
66	1.65	2	7.4
67	1.65	2	7.3
68	1.65	2.2	7
69	1.65	2.2	6.9
70	1.66	2.2	7.2
71	1.65	2.2	7.4
72	1.65	2	6.4
73	1.66	2.1	6.3
74	1.66	2.2	6.3
75	1.66	2.1	6.5

Lampiran A3 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
76	1.65	1.8	6.2
77	1.65	1.8	6.3
78	1.67	2.1	6.1
79	1.66	2.4	6.3
80	1.66	2.2	6.4
81	1.66	2.2	6.7
82	1.65	2	6.3
83	1.65	2	6.2
84	1.64	2	6.2
85	1.64	2.2	6.6
86	1.65	2.2	6.5
87	1.65	2.2	6.5
88	1.65	2.2	6.4
89	1.65	2.2	6.6
90	1.66	2.1	6.4
91	1.65	2	6.4
92	1.66	2	6.6
93	1.65	1.8	6.6
94	1.66	2	6.6
95	1.65	2	6.5
96	1.65	2	6.6
97	1.65	1.8	6.6
98	1.66	2.2	6.7
99	1.66	2.2	6.5
100	1.66	2.2	6.7
101	1.66	2.2	6.8
102	1.66	2.1	6.6
103	1.66	2	6.6
104	1.65	2	6.7
105	1.65	2	6.7
106	1.65	2.4	7
107	1.65	2.2	6.6
108	1.66	2.1	6.8
109	1.66	2.1	6.5
110	1.65	2	6.7
111	1.66	2.1	6.5
112	1.66	2.1	6.5
113	1.66	2.1	6.8

Lampiran A3 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
114	1.66	2.1	6.6
115	1.65	2.1	6.6
116	1.65	2.1	6.5
117	1.64	2	7
118	1.65	2	6.5
119	1.65	2	6.5
120	1.66	2.2	6.4
121	1.66	2.2	6.8
122	1.66	2.2	6.6
123	1.65	2	6.8
124	1.66	2.2	7.2
125	1.66	2.2	6.9
126	1.65	2.2	7.1
127	1.65	2.2	7.2
128	1.65	2.2	7.2
129	1.64	2	6.4
130	1.65	2	6
131	1.66	2.2	6.8
132	1.65	2.2	6.6
133	1.65	2.2	6.5
134	1.65	2.2	6.6
135	1.65	2	6.6
136	1.64	2	6
137	1.64	2.2	5.8
138	1.65	2.2	6.7
139	1.66	2.2	6.5
140	1.66	2.2	6.6
141	1.65	1.8	6.3
142	1.66	2.1	6.7
143	1.66	2.2	6.5
144	1.64	2.2	6.3
145	1.66	2.2	6
146	1.67	2.2	6.5
147	1.67	2.2	6.4
148	1.67	2.4	6.4
149	1.67	2.4	6.5
150	1.66	2.4	6.3
151	1.66	2	6

Lampiran A3 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
152	1.68	2.1	6.5
153	1.67	2.1	6.6
154	1.66	2.1	6.5
155	1.67	2.1	6.4
156	1.66	2.4	6.8
157	1.68	2.4	7
158	1.67	2.6	6.5
159	1.68	2.6	6.5
160	1.67	2.6	6.6
161	1.67	2.6	6.6
162	1.67	2.4	6.6
163	1.67	2.4	6.8
164	1.68	2.4	6.9
165	1.67	2.4	7.1
166	1.67	2.4	6.9
167	1.67	2.4	7
168	1.67	2.2	6.7
169	1.68	2.4	6.8
170	1.67	2.2	6.7
171	1.67	2.2	6.6
172	1.66	2	6.5
173	1.66	2	6.7
174	1.65	2.2	6.5
175	1.67	2.2	6.7
176	1.66	2.2	6.5
177	1.67	2.2	6.6
178	1.66	2.2	6.4
179	1.67	2.2	6.7
180	1.67	2.1	6.7
181	1.65	1.8	6.8
182	1.66	2.2	6.5
183	1.65	2.2	6.2
184	1.67	2.2	6.4
185	1.67	2.3	6.5
186	1.64	1.8	6
187	1.64	2	6.2
188	1.65	2.2	6
189	1.66	2.2	6.4

Lampiran A3 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
190	1.66	2.2	6.5
191	1.66	2.2	6.4
192	1.67	2.2	6.4
193	1.67	2.1	6.5
194	1.66	2.2	6.7
195	1.66	2.2	6.5
196	1.65	2	6.5
197	1.64	2	6.3
198	1.67	2.2	6.4
199	1.66	2.2	6.3
200	1.67	2.2	6.6
201	1.66	2.2	6.4
202	1.67	2.4	6
203	1.66	2.2	6.4
204	1.66	2.2	6.6
205	1.66	2.2	6.7
206	1.66	2.2	6.6
207	1.66	2.2	6.7
208	1.66	2.2	6.7
209	1.66	2.2	6.8
210	1.66	2.2	6.6
211	1.66	2.2	6.8
212	1.66	2.2	6.9
213	1.66	2.2	6.8
214	1.65	2	6.5
215	1.65	2	6.7
216	1.66	2	6.8
217	1.66	2.1	6.9
218	1.65	2.2	6.2
219	1.64	2.3	6.8
220	1.65	2.6	6.8
221	1.66	2.4	6.8
222	1.65	2	6.7
223	1.66	2.1	6.7
224	1.66	2.2	6.4
225	1.65	2.1	6.5
226	1.64	2	6.3
227	1.65	2	6.4

Lampiran A3 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
228	1.64	2	6.5
229	1.66	2.1	6.8
230	1.66	2.2	6.7
231	1.67	2.1	6.8
232	1.65	2.1	6.8
233	1.65	2.1	6.4
234	1.64	2	6.2
235	1.65	2.6	6.6
236	1.66	2.4	6.5
237	1.66	2.2	6.6
238	1.68	2.2	6.1
239	1.64	1.8	6.5
240	1.65	2	7.4
241	1.65	2	7
242	1.65	2	6.8
243	1.65	2	6.9
244	1.65	2	6.5
245	1.66	2	6.4
246	1.66	2	6.5
247	1.66	2	6.4
248	1.66	2	6.5
249	1.66	2	6.5
250	1.64	1.8	6
251	1.65	2	6
252	1.65	2	6
253	1.65	2	6.1
254	1.65	2.2	6.4
255	1.65	2.2	6.5
256	1.64	1.8	6.1
257	1.66	2.1	6.2
258	1.67	2.2	6
259	1.67	2.2	6.2
260	1.66	2.2	6.2
261	1.66	2.2	6.4
262	1.67	2.4	6.7
263	1.66	1.8	6.7
264	1.66	1.8	6.4
265	1.68	2.4	6.7

Lampiran A3 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
266	1.66	2.1	6.5
267	1.66	2.1	6.3

**Lampiran A4 : Data terkendali hasil giling kontinyu bahan
body keramik periode Januari 2015-Februari 2015 Mesin 2**

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
1	1.64	1.8	5.9
2	1.65	2	6.1
3	1.65	2	6.6
4	1.65	2.2	6.4
5	1.66	2.4	6.7
6	1.65	2	6.1
7	1.66	2.2	6.5
8	1.65	2.2	6.2
9	1.65	2.2	6.6
10	1.66	2.2	6.4
11	1.65	2.2	6.5
12	1.65	2.4	6.4
13	1.65	2.4	6.2
14	1.65	2.4	6.5
15	1.65	2	6
16	1.64	1.8	6.1
17	1.64	1.8	6
18	1.65	2.4	6.5
19	1.66	2.6	6.8
20	1.65	2.2	6.4
21	1.64	2.2	6
22	1.66	2.3	6.9
23	1.65	2.2	6.2
24	1.64	2.2	6.4
25	1.65	2.1	7.2
26	1.66	2.2	7
27	1.66	2.2	7.1
28	1.65	2	6.8
29	1.66	2.2	7.2
30	1.66	2	7.4
31	1.66	1.9	7.2
32	1.66	1.9	7
33	1.65	2	6.9
34	1.65	2	7.2
35	1.66	1.9	6.5
36	1.65	1.9	6.5
37	1.66	1.9	6.7

Lampiran A4 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
38	1.65	2	6.6
39	1.66	1.8	6.8
40	1.66	2	7
41	1.66	2	6.7
42	1.67	2.2	6.5
43	1.64	2.2	5.8
44	1.65	2.2	6.3
45	1.65	2.2	6.5
46	1.65	2	6.8
47	1.64	1.8	6.5
48	1.66	2	6.6
49	1.64	2.4	6.4
50	1.64	2.4	6.6
51	1.65	2.4	6.5
52	1.65	2.1	6.9
53	1.67	2.4	7.3
54	1.64	2	6.9
55	1.65	1.8	7
56	1.65	2.2	7
57	1.66	2	6.8
58	1.66	2	7.1
59	1.66	2	7.3
60	1.64	2	7
61	1.65	1.8	6.8
62	1.66	2.2	6.8
63	1.65	1.8	6.3
64	1.66	2	6.1
65	1.65	1.8	6.4
66	1.66	2	6.2
67	1.65	1.8	6.1
68	1.65	1.8	6.2
69	1.65	1.9	6
70	1.65	2.2	6.3
71	1.66	2.2	6.5
72	1.66	2.2	6.9
73	1.65	1.8	6.7
74	1.65	2.2	6.8
75	1.65	2	5.8

Lampiran A4 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
76	1.66	2	6.8
77	1.65	2	7.2
78	1.65	2.2	6.6
79	1.66	2.2	6.9
80	1.66	2.2	6.5
81	1.65	2	6.7
82	1.65	2	6.5
83	1.66	2.2	6.9
84	1.66	2.2	7
85	1.65	2	6.9
86	1.65	2.2	6.8
87	1.66	2.1	6.7
88	1.66	2.1	7
89	1.65	2	6.7
90	1.64	2.2	7
91	1.64	2	6.6
92	1.65	2.2	6.8
93	1.65	1.8	6.4
94	1.66	2	6.7
95	1.66	2	7.1
96	1.65	1.8	6
97	1.65	1.8	6.6
98	1.67	2.2	7
99	1.66	2.2	7.2
100	1.66	2.2	7
101	1.65	2.2	6.8
102	1.66	2.2	7.2
103	1.65	2	6.8
104	1.66	2.2	6.7
105	1.64	2	6.3
106	1.65	2.2	6.6
107	1.66	2.2	6.7
108	1.65	1.8	6.4
109	1.65	2	6.6
110	1.64	1.8	6.1
111	1.67	2.2	6.6
112	1.66	2.1	6.5
113	1.66	2.2	6.4

Lampiran A4 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
114	1.65	2.2	6.6
115	1.66	2.2	6.8
116	1.65	2	6.6
117	1.65	2	6.6
118	1.67	2.2	6.9
119	1.66	2.2	6.8
120	1.66	2.2	7
121	1.66	2.2	6.8
122	1.66	2.2	7.1
123	1.66	2.2	6
124	1.65	2.4	6.4
125	1.67	2.4	6.8
126	1.67	2.3	6.5
127	1.66	2.2	6.5
128	1.66	2.4	6.8
129	1.66	2.4	6.4
130	1.65	2.4	6
131	1.65	2.2	5.8
132	1.65	2.2	6.6
133	1.65	2.2	6.5
134	1.65	2.2	6.6
135	1.66	2.1	7
136	1.64	2	6.3
137	1.65	2	6.2
138	1.64	2.2	6.5
139	1.65	2.2	6.5
140	1.66	2.4	6.4
141	1.66	2.2	6.3
142	1.65	2	6.3
143	1.63	2	6.3
144	1.63	2	6.3
145	1.64	2.2	6.5
146	1.64	2.2	6.5
147	1.64	2.2	6.5
148	1.65	2.2	6.6
149	1.67	2.6	6.7
150	1.65	2	6.5
151	1.65	2	6.4

Lampiran A4 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
152	1.68	2.3	6.4
153	1.66	2.1	6.6
154	1.67	2.2	6.8
155	1.66	2.2	6.7
156	1.68	2.2	6.7
157	1.67	2	6.5
158	1.64	2.4	6.8
159	1.67	2.4	6.8
160	1.68	2.5	6.6
161	1.67	2.4	6.7
162	1.67	2.4	6.8
163	1.68	2.5	6.8
164	1.66	2.2	6.6
165	1.68	2.2	6.9
166	1.67	2.6	7.3
167	1.67	2.4	6.9
168	1.67	2.4	7
169	1.67	2.4	7
170	1.66	2.2	6.7
171	1.67	2.3	6.7
172	1.68	2.4	6.7
173	1.66	2.2	6.7
174	1.66	2.2	6.8
175	1.66	2.1	6.5
176	1.65	2.1	5.8
177	1.68	2.2	6.2
178	1.68	2.2	6.5
179	1.68	2.2	6.4
180	1.67	2.2	6.3
181	1.67	2.2	6.5
182	1.67	2.1	6.5
183	1.67	2	6.8
184	1.66	2.2	6.7
185	1.67	2.1	6.9
186	1.66	2.4	6.5
187	1.66	2.4	6.4
188	1.67	2.1	6.5
189	1.67	2	6.8

Lampiran A4 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
190	1.66	2.2	6.7
191	1.67	2.1	6.9
192	1.66	2.4	6.5
193	1.66	2.4	6.4
194	1.66	2.4	6.7
195	1.66	2.2	6.9
196	1.65	2.2	6.7
197	1.66	2.2	6.6
198	1.66	2.2	6.8
199	1.65	2	6.6
200	1.66	2.1	6.3
201	1.67	2.2	6.6
202	1.65	2	6.4
203	1.66	2.1	6.5
204	1.65	2.4	6.5
205	1.66	2.4	6.7
206	1.68	2.4	6.8
207	1.67	2.4	6.7
208	1.67	2.4	6.8
209	1.66	2.1	6.6
210	1.66	2.2	6.8
211	1.66	2.2	6.6
212	1.66	2.6	7
213	1.66	2.6	6.8
214	1.67	2.6	6.9
215	1.66	2.4	7
216	1.66	2.2	6.7
217	1.66	2.2	6.6
218	1.65	2	7
219	1.66	2.1	7
220	1.65	2	6.8
221	1.64	2.3	6.9
222	1.65	2.4	6.8
223	1.66	2.2	6.6
224	1.66	2.2	6.7
225	1.67	2.4	6.5
226	1.66	2.2	6.9
227	1.64	2	6.5

Lampiran A4 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
228	1.65	2	6.8
229	1.65	2	6.5
230	1.67	2.2	6.7
231	1.66	2.2	6.6
232	1.67	2.1	6.7
233	1.65	2.1	6.6
234	1.64	2.1	7
235	1.65	2.1	7.2
236	1.64	2	7.2
237	1.64	2	6.3
238	1.64	2	6.4
239	1.65	2	6.5
240	1.65	2.2	6.4
241	1.67	2.2	7
242	1.65	2	7
243	1.65	2	7.1
244	1.65	2	7
245	1.65	2	6.8
246	1.66	2.2	7.1
247	1.65	2	6
248	1.66	2	6.2
249	1.66	2	6.5
250	1.66	2	6.4
251	1.65	2	6.5
252	1.66	2.2	6.5
253	1.66	2.1	6.4
254	1.67	2.2	6.8
255	1.65	2.1	6.7
256	1.65	2	6.7
257	1.66	2	6.6
258	1.66	2	6.7
259	1.67	2	6.6
260	1.66	1.8	6.6
261	1.65	2	6.4
262	1.65	1.8	6.5
263	1.66	2	6.6
264	1.66	2	6.5
265	1.67	2.1	6.5

Lampiran A4 (lanjutan)

pengamatan ke-	Densitas (gr/cc)	Viscositas (°E)	Residu (230 Mesh)
266	1.66	2	6.4
267	1.66	2.1	6.6
268	1.66	2	6.7
269	1.68	2.1	6.8
270	1.66	2.2	7

Lampiran B1 : Macro Minitab Normal Multivariat

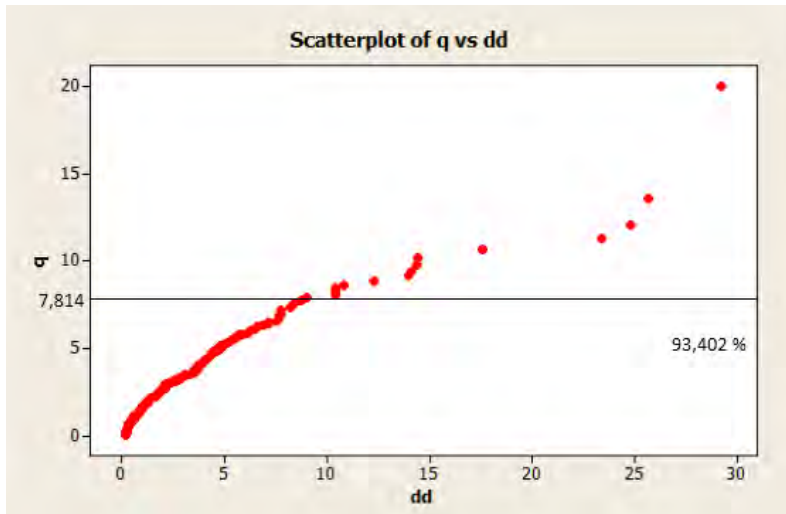
```
macro
qq x.1-x.p
mconstant i n p t chis
mcolumn d x.1-x.p dd pi q ss tt
mmatrix s sinv ma mb mc md
let n=count(x.1)
cova x.1-x.p s
invert s sinv
do i=1:p
let x.i=x.i-mean(x.i)
enddo
do i=1:n
copy x.1-x.p ma;
use i.
transpose ma mb
multiply ma sinv mc
multiply mc mb md
copy md tt
let t=tt(1)
let d(i)=t
enddo
set pi
1:n
end
let pi=(pi-0.05)/n
sort d dd
invcdf pi q;
chis p.
plot q*dd
invcdf 0.5 chis;
chis p.
let ss=dd<chis
let t=sum(ss)/n
```

Lampiran B1 (lanjutan)

```
print t
if  $t \geq 0.05$ 
note distribusi data multinormal
endif
if  $t < 0.05$ 
note distribusi data tidak multinomial
endif
endmacro
```

Lampiran B2: Output Pengujian Normal Multivariat

Mesin 1



Data Display

t 0.128472

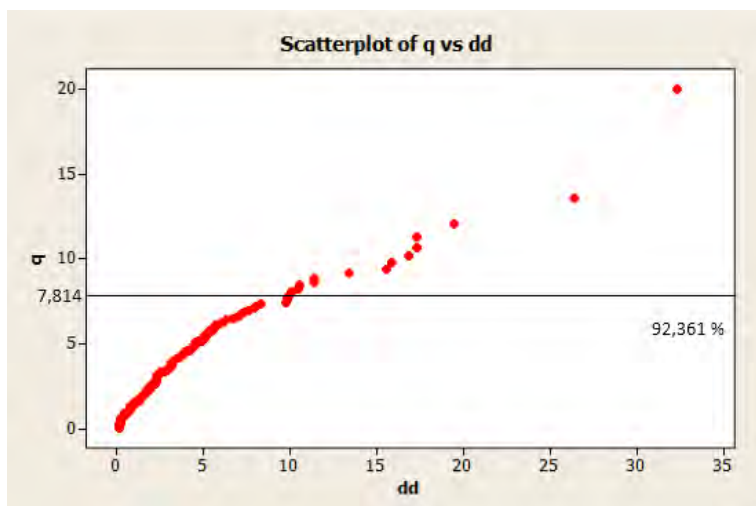
distribusi data multinormal

MTB >

= 4.1369

Lampiran B2 (lanjutan)

Mesin 2



Data Display

t 0.125000

distribusi data multinormal

MTB >

Lampiran B3 : Nilai d_i^2 Hasil Pengujian Normal Multivariat Mesin 1

Obs. Ke-	$X_i - \bar{X}$			$(X_i - \bar{X})S^{-1}$			d_i^2
	Densitas	Viscositas	Residu	Densitas	Viscositas	Residu	
1	-0.0053819	-0.1819444	0.0034722	-34.313904	-3.5020871	0.3090414	0.8229339
2	0.0046181	-0.1819444	0.2034722	38.368868	-4.0711056	2.127514	1.3507946
3	0.0046181	-0.1819444	-0.4965278	52.342195	-3.4302511	-4.9358064	3.3165993
4	0.0046181	0.0180556	-0.3965278	42.627662	0.5526362	-4.1098619	1.8365095
5	-0.0053819	0.2180556	0.0034722	-49.750591	4.6467888	-0.0571611	1.2808146
6	-0.0053819	0.2180556	-0.1965278	-45.758212	4.8298901	-2.0752527	1.7072973
7	-0.0053819	-0.3819444	0.2034722	-30.587939	-7.7596264	2.5102343	3.6391317
8	0.0046181	-0.1819444	-0.3965278	50.346006	-3.5218017	-3.9267606	2.4303426
9	-0.0053819	-0.1819444	-0.2965278	-28.325335	-3.2274352	-2.7180959	1.5456502
10	-0.0053819	0.0180556	0.4034722	-50.017006	0.2061483	4.1621232	1.952212
11	0.0046181	0.0180556	0.7034722	20.669576	-0.4544208	6.9896416	5.0042671
12	-0.0053819	0.0180556	0.3034722	-48.020816	0.2976989	3.1530775	1.2206919
13	0.0046181	0.5180556	0.1034722	13.350854	10.280978	0.4776137	5.4371925
14	0.0046181	0.2180556	0.2034722	22.932181	4.0777703	1.7613114	1.3534605
15	0.0046181	0.5180556	0.4034722	7.3622856	10.006326	3.5047511	6.6319019
16	0.0046181	0.0180556	0.1034722	32.646714	0.094883	0.935367	0.249262
17	0.0046181	0.0180556	-0.0965278	36.639093	0.2779843	-1.0827246	0.2787335
18	-0.0053819	0.3180556	0.4034722	-61.594521	6.3178052	3.8874713	3.909398
19	-0.0053819	0.2180556	-0.1965278	-45.758212	4.8298901	-2.0752527	1.7072973
20	-0.0053819	0.2180556	-0.0965278	-47.754402	4.7383395	-1.0662069	1.3931514
21	-0.0053819	-0.1819444	0.0034722	-34.313904	-3.5020871	0.3090414	0.8229339
22	-0.0053819	-0.1819444	0.2034722	-38.306283	-3.6851884	2.327133	1.3501688
23	0.0046181	0.0180556	0.6034722	22.665766	-0.3628702	5.9805958	3.7072434
24	-0.0053819	0.0180556	0.4034722	-50.017006	0.2061483	4.1621232	1.952212
25	-0.0053819	-0.4819444	0.0034722	-22.736388	-9.6137441	0.5836934	4.7576832
26	0.0046181	-0.1819444	-0.0965278	44.357437	-3.7964537	-0.8996233	0.9824274
27	-0.0053819	-0.1819444	0.0034722	-34.313904	-3.5020871	0.3090414	0.8229339
28	-0.0053819	0.0180556	0.1034722	-44.028437	0.4808002	1.1349859	0.3630792
29	-0.0053819	-0.1819444	0.1034722	-36.310093	-3.5936378	1.3180872	0.9856467
30	-0.0053819	-0.1819444	-0.0965278	-32.317714	-3.4105365	-0.7000043	0.8620302
31	0.0046181	-0.1819444	-0.0965278	44.357437	-3.7964537	-0.8996233	0.9824274
32	-0.0053819	-0.0819444	0.6034722	-50.150213	-2.014172	6.2717654	4.2197921
33	-0.0053819	-0.0819444	-0.0965278	-36.176886	-1.3733175	-0.791555	0.3836448
34	-0.0053819	-0.1819444	0.1034722	-36.310093	-3.5936378	1.3180872	0.9856467
35	0.0046181	0.0180556	0.1034722	32.646714	0.094883	0.935367	0.249262
36	-0.0053819	0.0180556	0.0034722	-42.032247	0.5723509	0.1259401	0.2369866
37	-0.0153819	0.0180556	-0.1965278	-114.71502	1.1413693	-1.6925324	2.1177777

Lampiran B3 (lanjutan)

Obs. Ke-	$X_i - \bar{X}$			$(X_i - \bar{X})S^{-1}$			d_i^2
	Densitas	Viscositas	Residu	Densitas	Viscositas	Residu	
38	0.0046181	0.2180556	0.9034722	8.9588533	3.4369158	8.8246318	8.7636208
39	-0.0053819	-0.0819444	0.6034722	-50.150213	-2.014172	6.2717654	4.2197921
40	-0.0053819	-0.0819444	0.4034722	-46.157834	-1.8310707	4.2536739	2.1147042
41	0.0046181	0.0180556	0.6034722	22.665766	-0.3628702	5.9805958	3.7072434
42	0.0046181	0.0180556	0.4034722	26.658145	-0.1797689	3.9625043	1.7186234
43	-0.0153819	-0.1819444	1.4034722	-138.93571	-4.3978789	14.635301	23.47751
44	0.0046181	-0.1819444	0.8034722	26.391731	-4.6204095	8.1817887	7.5363762
45	0.0046181	-0.2819444	0.4034722	38.235661	-6.2914259	4.2371562	3.6599818
46	0.0046181	-0.2819444	0.5034722	36.239471	-6.3829765	5.246202	4.6083176
47	-0.0053819	-0.1819444	-0.0965278	-32.317714	-3.4105365	-0.7000043	0.8620302
48	-0.0053819	-0.1819444	0.6034722	-46.291041	-4.051391	6.3633161	4.8263484
49	0.0046181	-0.0819444	-0.1965278	42.494455	-1.667684	-2.0002197	0.7259979
50	0.0046181	-0.0819444	-0.2965278	44.490644	-1.5761334	-3.0092655	1.2269464
51	-0.0053819	-0.1819444	-0.4965278	-24.332955	-3.0443339	-4.7361874	3.0365069
52	0.0046181	-0.0819444	0.2034722	34.509696	-2.0338866	2.0359634	0.7402954
53	0.0146181	0.0180556	-0.1965278	115.31043	-0.0163822	-2.2913893	2.1356402
54	0.0046181	0.5180556	0.0034722	15.347044	10.372529	-0.531432	5.4425743
55	0.0046181	0.2180556	-0.4965278	36.905508	4.7186249	-5.302009	3.8319488
56	0.0046181	0.2180556	0.0034722	26.92456	4.2608716	-0.2567801	1.0525542
57	0.0046181	0.4180556	-0.2965278	25.194785	8.6099615	-3.4670187	4.7438605
58	0.0046181	0.4180556	0.0034722	19.206216	8.3353096	-0.4398814	3.5717905
59	-0.0053819	0.4180556	-0.1965278	-53.476556	8.9043281	-2.258354	4.454141
60	0.0046181	0.4180556	-0.1965278	23.198595	8.5184109	-2.4579729	4.1513614
61	0.0046181	0.2180556	0.6034722	14.947422	3.7115678	5.7974945	4.3769829
62	0.0046181	-0.1819444	0.4034722	34.376489	-4.2542069	4.1456056	2.6054185
63	0.0046181	-0.0819444	0.3034722	32.513507	-2.1254373	3.0450091	1.2483926
64	-0.0053819	-0.1819444	0.1034722	-36.310093	-3.5936378	1.3180872	0.9856467
65	0.0046181	0.0180556	0.4034722	26.658145	-0.1797689	3.9625043	1.7186234
66	0.0046181	0.0180556	0.8034722	18.673387	-0.5459715	7.9986874	6.5031
67	-0.0053819	-0.1819444	0.8034722	-50.28342	-4.2344923	8.3814076	7.7752931
68	-0.0053819	-0.1819444	0.7034722	-48.287231	-4.1429416	7.3723618	6.1999162
69	-0.0053819	0.0180556	0.4034722	-50.017006	0.2061483	4.1621232	1.952212
70	-0.0053819	0.0180556	0.3034722	-48.020816	0.2976989	3.1530775	1.2206919
71	0.0046181	0.0180556	0.6034722	22.665766	-0.3628702	5.9805958	3.7072434
72	-0.0053819	0.0180556	0.8034722	-58.001764	-0.1600543	8.1983063	6.8963838
73	-0.0053819	-0.1819444	-0.1965278	-30.321524	-3.3189858	-1.7090501	1.1029356

Lampiran B3 (lanjutan)

Obs. Ke-	$X_i - \bar{X}$			$(X_i - \bar{X})S^{-1}$			d_i^2
	Densitas	Viscositas	Residu	Densitas	Viscositas	Residu	
74	0.0046181	-0.0819444	-0.2965278	44.490644	-1.5761334	-3.0092655	1.2269464
75	0.0046181	0.0180556	-0.2965278	40.631472	0.4610856	-3.1008161	1.1154417
76	0.0046181	-0.0819444	-0.0965278	40.498265	-1.7592347	-0.9911739	0.4268586
77	-0.0053819	-0.3819444	-0.3965278	-18.610801	-7.2103225	-3.5440404	4.2594154
78	-0.0053819	-0.3819444	-0.2965278	-20.606991	-7.3018732	-2.5349946	3.6515119
79	0.0146181	-0.0819444	-0.4965278	125.15817	-1.7789493	-5.226976	4.5706829
80	0.0046181	0.2180556	-0.2965278	32.913129	4.5355236	-3.2839174	2.1147635
81	0.0046181	0.0180556	-0.1965278	38.635283	0.369535	-2.0917704	0.596183
82	0.0046181	0.0180556	0.1034722	32.646714	0.094883	0.935367	0.249262
83	-0.0053819	-0.1819444	-0.2965278	-28.325335	-3.2274352	-2.7180959	1.5456502
84	-0.0053819	-0.1819444	-0.3965278	-26.329145	-3.1358845	-3.7271416	2.190174
85	-0.0153819	-0.1819444	-0.3965278	-103.0043	-2.7499673	-3.5275227	3.4835084
86	-0.0153819	0.0180556	0.0034722	-118.7074	0.958268	0.3255591	1.8443831
87	-0.0053819	0.0180556	-0.0965278	-40.036058	0.6639015	-0.8831056	0.3127032
88	-0.0053819	0.0180556	-0.0965278	-40.036058	0.6639015	-0.8831056	0.3127032
89	-0.0053819	0.0180556	-0.1965278	-38.039868	0.7554521	-1.8921514	0.5902289
90	-0.0053819	0.0180556	0.0034722	-42.032247	0.5723509	0.1259401	0.2369866
91	0.0046181	-0.0819444	-0.1965278	42.494455	-1.667684	-2.0002197	0.7259979
92	-0.0053819	-0.1819444	-0.1965278	-30.321524	-3.3189858	-1.7090501	1.1029356
93	0.0046181	-0.1819444	0.0034722	42.361247	-3.8880043	0.1094225	0.9034073
94	-0.0053819	-0.3819444	0.0034722	-26.59556	-7.5765251	0.4921427	3.0386563
95	0.0046181	-0.1819444	0.0034722	42.361247	-3.8880043	0.1094225	0.9034073
96	-0.0053819	-0.1819444	-0.0965278	-32.317714	-3.4105365	-0.7000043	0.8620302
97	-0.0053819	-0.1819444	0.0034722	-34.313904	-3.5020871	0.3090414	0.8229339
98	-0.0053819	-0.3819444	0.0034722	-26.59556	-7.5765251	0.4921427	3.0386563
99	0.0046181	0.0180556	0.1034722	32.646714	0.094883	0.935367	0.249262
100	0.0046181	0.0180556	-0.0965278	36.639093	0.2779843	-1.0827246	0.2787335
101	0.0046181	0.0180556	0.1034722	32.646714	0.094883	0.935367	0.249262
102	0.0046181	0.0180556	0.2034722	30.650524	0.0033324	1.9444127	0.53724
103	0.0046181	-0.0819444	0.0034722	38.502076	-1.8507853	0.0178718	0.3295284
104	0.0046181	-0.1819444	0.0034722	42.361247	-3.8880043	0.1094225	0.9034073
105	-0.0053819	-0.1819444	0.1034722	-36.310093	-3.5936378	1.3180872	0.9856467
106	-0.0053819	-0.1819444	0.1034722	-36.310093	-3.5936378	1.3180872	0.9856467
107	-0.0053819	0.2180556	0.4034722	-57.73535	4.2805862	3.9790219	2.8495589
108	-0.0053819	0.0180556	0.0034722	-42.032247	0.5723509	0.1259401	0.2369866
109	-0.0153819	0.4180556	0.0034722	-134.14409	9.107144	-0.0406435	5.8705479

Lampiran B3 (lanjutan)

Obs. Ke-	$X_i - \bar{X}$			$(X_i - \bar{X})S^{-1}$			d_i^2
	Densitas	Viscositas	Residu	Densitas	Viscositas	Residu	
110	0.0046181	-0.0819444	0.2034722	34.509696	-2.0338866	2.0359634	0.7402954
111	0.0046181	-0.0819444	-0.0965278	40.498265	-1.7592347	-0.9911739	0.4268586
112	-0.0053819	-0.1819444	0.1034722	-36.310093	-3.5936378	1.3180872	0.9856467
113	-0.0053819	0.6180556	-0.0965278	-63.191089	12.887215	-1.4324095	8.4433733
114	-0.0053819	0.6180556	0.0034722	-65.187279	12.795665	-0.4233637	8.257796
115	0.0046181	-0.0819444	-0.0965278	40.498265	-1.7592347	-0.9911739	0.4268586
116	0.0046181	-0.0819444	-0.0965278	40.498265	-1.7592347	-0.9911739	0.4268586
117	0.0046181	-0.0819444	0.2034722	34.509696	-2.0338866	2.0359634	0.7402954
118	0.0046181	-0.0819444	0.0034722	38.502076	-1.8507853	0.0178718	0.3295284
119	-0.0053819	-0.0819444	0.0034722	-38.173075	-1.4648681	0.2174908	0.3262384
120	-0.0053819	-0.0819444	-0.0965278	-36.176886	-1.3733175	-0.791555	0.3836448
121	-0.0153819	-0.1819444	0.4034722	-118.97381	-3.4823725	4.5448435	4.297365
122	-0.0053819	-0.1819444	-0.0965278	-32.317714	-3.4105365	-0.7000043	0.8620302
123	-0.0053819	-0.1819444	-0.0965278	-32.317714	-3.4105365	-0.7000043	0.8620302
124	0.0046181	0.0180556	-0.1965278	38.635283	0.369535	-2.0917704	0.596183
125	0.0046181	0.0180556	0.2034722	30.650524	0.0033324	1.9444127	0.53724
126	0.0046181	0.0180556	0.0034722	34.642904	0.1864337	-0.0736788	0.1630932
127	-0.0053819	-0.1819444	0.2034722	-38.306283	-3.6851884	2.327133	1.3501688
128	0.0046181	0.0180556	0.6034722	22.665766	-0.3628702	5.9805958	3.7072434
129	0.0046181	0.0180556	0.3034722	28.654335	-0.0882183	2.9534585	1.0270271
130	-0.0053819	0.0180556	0.5034722	-52.013195	0.1145976	5.171169	2.8855412
131	-0.0053819	0.0180556	0.6034722	-54.009385	0.023047	6.1802148	4.0206796
132	-0.0053819	0.0180556	0.6034722	-54.009385	0.023047	6.1802148	4.0206796
133	-0.0153819	-0.1819444	-0.1965278	-106.99668	-2.9330686	-1.5094311	2.4761176
134	-0.0053819	-0.1819444	-0.5965278	-22.336766	-2.9527833	-5.7452332	4.0846489
135	0.0046181	0.0180556	0.2034722	30.650524	0.0033324	1.9444127	0.53724
136	-0.0053819	0.0180556	0.0034722	-42.032247	0.5723509	0.1259401	0.2369866
137	-0.0053819	0.0180556	-0.0965278	-40.036058	0.6639015	-0.8831056	0.3127032
138	-0.0053819	0.0180556	0.0034722	-42.032247	0.5723509	0.1259401	0.2369866
139	-0.0053819	-0.1819444	0.0034722	-34.313904	-3.5020871	0.3090414	0.8229339
140	-0.0153819	-0.1819444	-0.5965278	-99.011917	-2.5668661	-5.5456142	5.2981358
141	-0.0153819	0.0180556	-0.7965278	-102.73788	1.6906732	-7.7468071	7.7813814
142	-0.0053819	0.0180556	0.1034722	-44.028437	0.4808002	1.1349859	0.3630792
143	0.0046181	0.0180556	-0.0965278	36.639093	0.2779843	-1.0827246	0.2787335
144	0.0046181	0.0180556	0.0034722	34.642904	0.1864337	-0.0736788	0.1630932
145	-0.0053819	-0.3819444	-0.2965278	-20.606991	-7.3018732	-2.5349946	3.6515119

Lampiran B3 (lanjutan)

Obs. Ke-	$X_i - \bar{X}$			$(X_i - \bar{X})S^{-1}$			d_i^2
	Densitas	Viscositas	Residu	Densitas	Viscositas	Residu	
146	0.0046181	-0.0819444	0.1034722	36.505886	-1.942336	1.0269176	0.4340073
147	0.0046181	0.0180556	-0.0965278	36.639093	0.2779843	-1.0827246	0.2787335
148	-0.0353819	-0.1819444	-0.5965278	-252.36222	-1.7950317	-5.1463763	12.325618
149	-0.0153819	0.0180556	-0.2965278	-112.71883	1.23292	-2.7015782	2.5571888
150	-0.0253819	0.0180556	0.2034722	-199.37493	1.1610839	2.5432696	5.5989721
151	0.0046181	0.0180556	-0.5965278	46.620041	0.7357375	-6.1279534	3.8840725
152	0.0146181	0.0180556	-0.0965278	113.31424	-0.1079329	-1.2823435	1.7782669
153	0.0146181	0.0180556	-0.1965278	115.31043	-0.0163822	-2.2913893	2.1356402
154	0.0146181	0.2180556	-0.1965278	107.59209	4.0580557	-2.4744906	2.9439749
155	0.0146181	0.2180556	-0.0965278	105.5959	3.9665051	-1.4654448	2.5499813
156	0.0046181	0.2180556	-0.2965278	32.913129	4.5355236	-3.2839174	2.1147635
157	0.0246181	-0.0819444	-0.5965278	203.82952	-2.0733158	-6.4356407	9.0268215
158	0.0046181	-0.1819444	-0.5965278	54.338385	-3.3387004	-5.9448522	4.4046651
159	0.0246181	-0.0819444	-0.0965278	193.84857	-2.5310691	-1.3904119	5.1137952
160	0.0146181	-0.0819444	0.0034722	115.17723	-2.2367025	-0.1817471	1.8663214
161	0.0046181	-0.0819444	-0.0965278	40.498265	-1.7592347	-0.9911739	0.4268586
162	0.0146181	-0.0819444	-0.1965278	119.16961	-2.0536012	-2.1998387	2.3426385
163	0.0046181	0.2180556	0.2034722	22.932181	4.0777703	1.7613114	1.3534605
164	0.0246181	0.2180556	0.4034722	172.2901	3.1228347	3.3801651	6.2862015
165	0.0146181	0.4180556	-0.0965278	97.877557	8.0409431	-1.6485461	4.951471
166	0.0246181	0.4180556	-0.0965278	174.55271	7.6550259	-1.8481651	7.6757736
167	0.0146181	0.4180556	0.0034722	95.881367	7.9493924	-0.6395003	4.7226663
168	0.0146181	0.4180556	0.0034722	95.881367	7.9493924	-0.6395003	4.7226663
169	0.0146181	0.2180556	0.0034722	103.59971	3.8749544	-0.4563991	2.357797
170	0.0146181	0.2180556	0.2034722	99.607332	3.6918532	1.5616925	2.5788556
171	0.0246181	0.2180556	0.3034722	174.28629	3.2143853	2.3711193	5.7110731
172	0.0146181	0.2180556	0.5034722	93.618763	3.4172012	4.5888298	4.4240123
173	0.0146181	0.2180556	0.3034722	97.611142	3.6003025	2.5707383	2.9920987
174	0.0146181	0.2180556	0.4034722	95.614952	3.5087519	3.579784	3.6071509
175	0.0146181	0.0180556	0.1034722	109.32186	-0.2910342	0.735748	1.6689478
176	0.0246181	0.2180556	0.2034722	176.28248	3.305936	1.3620735	5.3377538
177	0.0146181	0.0180556	0.1034722	109.32186	-0.2910342	0.735748	1.6689478
178	0.0146181	0.0180556	0.0034722	111.31805	-0.1994835	-0.2732978	1.6227028
179	0.0046181	-0.1819444	-0.0965278	44.357437	-3.7964537	-0.8996233	0.9824274
180	0.0046181	-0.1819444	0.1034722	40.365058	-3.979555	1.1184682	1.0261964
181	-0.0053819	0.0180556	-0.0965278	-40.036058	0.6639015	-0.8831056	0.3127032

Lampiran B3 (lanjutan)

Obs. Ke-	$X_i - \bar{X}$			$(X_i - \bar{X})S^{-1}$			d_i^2
	Densitas	Viscositas	Residu	Densitas	Viscositas	Residu	
182	0.0146181	0.0180556	0.1034722	109.32186	-0.2910342	0.735748	1.6689478
183	0.0046181	0.0180556	-0.0965278	36.639093	0.2779843	-1.0827246	0.2787335
184	0.0146181	0.0180556	0.0034722	111.31805	-0.1994835	-0.2732978	1.6227028
185	0.0046181	0.0180556	-0.1965278	38.635283	0.369535	-2.0917704	0.596183
186	0.0146181	0.0180556	0.1034722	109.32186	-0.2910342	0.735748	1.6689478
187	0.0146181	-0.0819444	0.1034722	113.18104	-2.3282532	0.8272986	1.9308765
188	-0.0053819	-0.3819444	0.2034722	-30.587939	-7.7596264	2.5102343	3.6391317
189	0.0046181	0.0180556	-0.0965278	36.639093	0.2779843	-1.0827246	0.2787335
190	-0.0053819	0.0180556	-0.3965278	-34.047489	0.9385534	-3.9102429	1.7507077
191	0.0146181	0.0180556	-0.1965278	115.31043	-0.0163822	-2.2913893	2.1356402
192	0.0146181	0.1180556	-0.0965278	109.45507	1.9292861	-1.3738942	1.9604022
193	-0.0153819	-0.3819444	-0.5965278	-91.293573	-6.641304	-5.3625129	7.1397698
194	-0.0153819	-0.1819444	-0.3965278	-103.0043	-2.7499673	-3.5275227	3.4835084
195	-0.0053819	0.0180556	-0.5965278	-30.05511	1.1216547	-5.9283345	3.7184232
196	0.0046181	0.0180556	-0.1965278	38.635283	0.369535	-2.0917704	0.596183
197	0.0046181	0.0180556	-0.0965278	36.639093	0.2779843	-1.0827246	0.2787335
198	0.0046181	0.0180556	-0.1965278	38.635283	0.369535	-2.0917704	0.596183
199	0.0146181	0.0180556	-0.1965278	115.31043	-0.0163822	-2.2913893	2.1356402
200	0.0146181	-0.0819444	-0.0965278	117.17342	-2.1451519	-1.1907929	2.0035754
201	0.0046181	0.0180556	0.1034722	32.646714	0.094883	0.935367	0.249262
202	0.0046181	0.0180556	-0.0965278	36.639093	0.2779843	-1.0827246	0.2787335
203	-0.0053819	-0.1819444	-0.0965278	-32.317714	-3.4105365	-0.7000043	0.8620302
204	-0.0153819	-0.1819444	-0.2965278	-105.00049	-2.841518	-2.5184769	2.8789084
205	0.0146181	0.0180556	-0.1965278	115.31043	-0.0163822	-2.2913893	2.1356402
206	0.0046181	0.0180556	-0.2965278	40.631472	0.4610856	-3.1008161	1.1154417
207	0.0146181	0.0180556	0.0034722	111.31805	-0.1994835	-0.2732978	1.6227028
208	0.0046181	0.0180556	-0.1965278	38.635283	0.369535	-2.0917704	0.596183
209	0.0146181	0.2180556	-0.5965278	115.57685	4.4242583	-6.5106737	6.5380406
210	0.0046181	0.0180556	-0.1965278	38.635283	0.369535	-2.0917704	0.596183
211	0.0046181	0.0180556	0.0034722	34.642904	0.1864337	-0.0736788	0.1630932
212	0.0046181	0.0180556	0.1034722	32.646714	0.094883	0.935367	0.249262
213	0.0046181	0.0180556	0.0034722	34.642904	0.1864337	-0.0736788	0.1630932
214	0.0046181	0.0180556	0.1034722	32.646714	0.094883	0.935367	0.249262
215	0.0046181	0.0180556	0.1034722	32.646714	0.094883	0.935367	0.249262
216	0.0046181	0.0180556	0.2034722	30.650524	0.0033324	1.9444127	0.53724
217	0.0046181	0.0180556	0.0034722	34.642904	0.1864337	-0.0736788	0.1630932

Lampiran B3 (lanjutan)

Obs. Ke-	$X_i - \bar{X}$			$(X_i - \bar{X})S^{-1}$			d_i^2
	Densitas	Viscositas	Residu	Densitas	Viscositas	Residu	
218	0.0046181	0.0180556	0.2034722	30.650524	0.0033324	1.9444127	0.53724
219	0.0046181	0.0180556	0.3034722	28.654335	-0.0882183	2.9534585	1.0270271
220	0.0046181	0.0180556	0.2034722	30.650524	0.0033324	1.9444127	0.53724
221	-0.0053819	-0.1819444	-0.0965278	-32.317714	-3.4105365	-0.7000043	0.8620302
222	-0.0053819	-0.1819444	0.1034722	-36.310093	-3.5936378	1.3180872	0.9856467
223	0.0046181	-0.1819444	0.2034722	38.368868	-4.0711056	2.127514	1.3507946
224	0.0046181	-0.0819444	0.3034722	32.513507	-2.1254373	3.0450091	1.2483926
225	-0.0053819	0.8180556	-0.0965278	-70.909433	16.961653	-1.6155108	14.413147
226	-0.0053819	0.0180556	-0.3965278	-34.047489	0.9385534	-3.9102429	1.7507077
227	-0.0153819	0.6180556	-0.0965278	-139.86624	13.273133	-1.2327905	10.473947
228	-0.0153819	0.6180556	-0.0965278	-139.86624	13.273133	-1.2327905	10.473947
229	-0.0053819	0.8180556	0.1034722	-74.901812	16.778552	0.4025808	14.170561
230	-0.0153819	0.1180556	0.2034722	-126.55895	2.8123857	2.2521	2.7369803
231	-0.0053819	0.4180556	0.2034722	-61.461314	8.5381255	1.7778291	4.261931
232	-0.0053819	0.6180556	0.1034722	-67.183468	12.704114	0.5856821	8.2740278
233	0.0046181	0.2180556	0.2034722	22.932181	4.0777703	1.7613114	1.3534605
234	-0.0053819	-0.1819444	0.1034722	-36.310093	-3.5936378	1.3180872	0.9856467
235	0.0046181	-0.0819444	0.1034722	36.505886	-1.942336	1.0269176	0.4340073
236	0.0046181	0.0180556	-0.1965278	38.635283	0.369535	-2.0917704	0.596183
237	-0.0053819	-0.0819444	-0.0965278	-36.176886	-1.3733175	-0.791555	0.3836448
238	-0.0153819	-0.1819444	-0.2965278	-105.00049	-2.841518	-2.5184769	2.8789084
239	-0.0053819	-0.1819444	-0.1965278	-30.321524	-3.3189858	-1.7090501	1.1029356
240	-0.0153819	-0.1819444	-0.0965278	-108.99286	-3.0246193	-0.5003854	2.275136
241	0.0046181	-0.0819444	0.2034722	34.509696	-2.0338866	2.0359634	0.7402954
242	0.0046181	0.0180556	0.1034722	32.646714	0.094883	0.935367	0.249262
243	0.0146181	-0.0819444	0.2034722	111.18485	-2.4198038	1.8363444	2.1972408
244	-0.0053819	-0.0819444	0.2034722	-42.165455	-1.6479694	2.2355823	0.816853
245	-0.0053819	-0.0819444	-0.1965278	-34.180696	-1.2817668	-1.8006007	0.6428603
246	-0.0153819	-0.1819444	-0.3965278	-103.0043	-2.7499673	-3.5275227	3.4835084
247	0.0046181	0.6180556	0.1034722	9.4916826	12.318197	0.3860631	7.69711
248	-0.0053819	0.4180556	0.0034722	-57.468935	8.7212268	-0.2402624	3.9544177
249	0.0046181	0.2180556	-0.0965278	28.920749	4.3524223	-1.2658259	1.2048148
250	0.0046181	0.0180556	0.0034722	34.642904	0.1864337	-0.0736788	0.1630932
251	-0.0153819	0.6180556	-0.1965278	-137.87005	13.364683	-2.2418363	10.821409
252	-0.0153819	0.6180556	-0.0965278	-139.86624	13.273133	-1.2327905	10.473947
253	0.0246181	0.0180556	-0.4965278	197.97415	-0.1276475	-5.5181456	7.6113465

Lampiran B3 (lanjutan)

Obs. Ke-	$X_i - \bar{X}$			$(X_i - \bar{X})S^{-1}$			d_i^2
	Densitas	Viscositas	Residu	Densitas	Viscositas	Residu	
254	-0.0253819	0.6180556	0.1034722	-220.53377	13.475948	0.98492	14.028373
255	-0.0453819	0.2180556	-0.1965278	-352.45882	6.3735589	-1.2767768	17.635978
256	-0.0553819	0.4180556	-0.2965278	-434.85612	10.925465	-2.2693049	29.323541
257	-0.0553819	0.2180556	-0.2965278	-427.13778	6.8510267	-2.0862037	25.768242
258	-0.0553819	-0.3819444	-0.2965278	-403.98275	-5.3722872	-1.5368998	24.880999
259	-0.0353819	-0.1819444	0.6034722	-276.31649	-2.8936394	6.962173	14.504574
260	-0.0153819	-0.3819444	-0.0965278	-101.27452	-7.0990573	-0.3172841	4.2998713
261	-0.0053819	-0.1819444	0.8034722	-50.28342	-4.2344923	8.3814076	7.7752931
262	-0.0053819	-0.1819444	0.4034722	-42.298662	-3.8682897	4.3452245	2.6846403
263	-0.0053819	-0.1819444	0.2034722	-38.306283	-3.6851884	2.327133	1.3501688
264	-0.0053819	-0.1819444	0.3034722	-40.302472	-3.7767391	3.3361788	1.9164999
265	-0.0053819	-0.1819444	-0.0965278	-32.317714	-3.4105365	-0.7000043	0.8620302
266	0.0046181	-0.1819444	-0.1965278	46.353627	-3.704903	-1.9086691	1.2632566
267	0.0046181	-0.1819444	-0.0965278	44.357437	-3.7964537	-0.8996233	0.9824274
268	0.0046181	-0.1819444	-0.1965278	46.353627	-3.704903	-1.9086691	1.2632566
269	0.0046181	-0.1819444	-0.0965278	44.357437	-3.7964537	-0.8996233	0.9824274
270	0.0046181	-0.1819444	-0.0965278	44.357437	-3.7964537	-0.8996233	0.9824274
271	-0.0153819	-0.3819444	-0.5965278	-91.293573	-6.641304	-5.3625129	7.1397698
272	-0.0053819	-0.1819444	-0.5965278	-22.336766	-2.9527833	-5.7452332	4.0846489
273	-0.0053819	-0.1819444	-0.5965278	-22.336766	-2.9527833	-5.7452332	4.0846489
274	-0.0053819	-0.1819444	-0.4965278	-24.332955	-3.0443339	-4.7361874	3.0365069
275	-0.0053819	0.0180556	-0.1965278	-38.039868	0.7554521	-1.8921514	0.5902289
276	-0.0053819	0.0180556	-0.0965278	-40.036058	0.6639015	-0.8831056	0.3127032
277	-0.0153819	-0.3819444	-0.4965278	-93.289763	-6.7328547	-4.3534672	6.1681718
278	0.0046181	-0.0819444	-0.3965278	46.486834	-1.4845827	-4.0183113	1.9297041
279	0.0146181	0.0180556	-0.5965278	123.29519	0.3498203	-6.3275724	5.5832249
280	0.0146181	0.0180556	-0.3965278	119.30281	0.166719	-4.3094809	3.4558142
281	0.0046181	0.0180556	-0.3965278	42.627662	0.5526362	-4.1098619	1.8365095
282	0.0046181	0.0180556	-0.1965278	38.635283	0.369535	-2.0917704	0.596183
283	0.0146181	0.2180556	0.1034722	101.60352	3.7834038	0.5526467	2.3674217
284	0.0046181	-0.3819444	0.1034722	48.083402	-8.0539929	1.3015695	3.432906
285	0.0046181	-0.3819444	-0.1965278	54.07197	-7.779341	-1.7255678	3.5601054
286	0.0246181	0.2180556	0.1034722	178.27867	3.3974866	0.3530278	5.1662436
287	0.0046181	-0.0819444	-0.0965278	40.498265	-1.7592347	-0.9911739	0.4268586
288	0.0046181	-0.0819444	-0.2965278	44.490644	-1.5761334	-3.0092655	1.2269464

Lampiran B4 : Nilai d_i^2 Hasil Pengujian Normal Multivariat Mesin 2

Obs. Ke-	$X_i - \bar{X}$			$(X_i - \bar{X})S^{-1}$			d_i^2
	Densitas	Viscositas	Residu	Densitas	Viscositas	Residu	
1	-0.0153472	-0.3583333	-0.7427083	-52.437331	-6.1220432	-6.6782851	7.9585175
2	-0.0053472	-0.1583333	-0.5427083	-5.1920555	-2.3768962	-5.3085089	3.285077
3	-0.0053472	-0.1583333	-0.0427083	-25.483861	-3.2969877	0.0506135	0.6561293
4	0.0346528	-0.1583333	-0.2427083	241.22772	-4.7862946	-3.7163799	10.019037
5	-0.0053472	0.0416667	-0.2427083	-26.653857	1.6485684	-2.461072	0.8085371
6	0.0046528	0.2416667	0.0572917	16.533057	5.2096971	-0.0194713	1.3348192
7	-0.0053472	-0.1583333	-0.5427083	-5.1920555	-2.3768962	-5.3085089	3.285077
8	0.0046528	0.0416667	-0.1427083	33.936497	1.0002142	-1.7950837	0.455748
9	-0.0053472	0.0416667	-0.4427083	-18.537134	2.016605	-4.604721	2.2216957
10	-0.0053472	0.0416667	-0.0427083	-34.770579	1.2805318	-0.3174231	0.2528381
11	0.0046528	0.0416667	-0.2427083	37.994859	1.1842325	-2.8669081	0.9219472
12	-0.0053472	0.0416667	-0.1427083	-30.712218	1.4645501	-1.3892475	0.4235052
13	-0.0053472	0.2416667	-0.2427083	-35.940574	6.2260879	-2.8291086	2.3834684
14	-0.0053472	0.2416667	-0.4427083	-27.823852	6.5941245	-4.9727576	3.9438416
15	-0.0053472	0.2416667	-0.1427083	-39.998935	6.0420696	-1.7572842	1.9248291
16	-0.0053472	-0.1583333	-0.6427083	-1.1336943	-2.1928779	-6.3803333	4.4539612
17	-0.0153472	-0.3583333	-0.5427083	-60.554053	-6.4900798	-4.5346361	5.7159333
18	-0.0153472	-0.3583333	-0.6427083	-56.495692	-6.3060615	-5.6064606	6.7300429
19	-0.0053472	0.2416667	-0.1427083	-39.998935	6.0420696	-1.7572842	1.9248291
20	0.0046528	0.4416667	0.1572917	3.1879786	9.6031983	0.6843166	4.3638828
21	-0.0053472	0.0416667	-0.2427083	-26.653857	1.6485684	-2.461072	0.8085371
22	-0.0153472	0.0416667	-0.6427083	-75.069127	2.8489775	-6.3425338	5.3472093
23	0.0046528	0.1416667	0.2572917	13.059694	2.5529007	2.3081959	1.0163044
24	-0.0053472	0.0416667	-0.4427083	-18.537134	2.016605	-4.604721	2.2216957
25	-0.0153472	0.0416667	-0.2427083	-91.302572	2.1129042	-2.0552359	1.9881014
26	-0.0053472	-0.0583333	0.5572917	-54.477387	-2.1123378	6.2975421	3.9240901
27	0.0046528	0.0416667	0.3572917	13.644691	0.0801227	3.5640387	1.3402255
28	0.0046528	0.0416667	0.4572917	9.5863302	-0.1038956	4.6358632	2.1602157
29	-0.0053472	-0.1583333	0.1572917	-33.600584	-3.6650243	2.1942625	1.1051045
30	0.0046528	0.0416667	0.5572917	5.527969	-0.2879139	5.7076877	3.1945708
31	-0.0153472	-0.1583333	0.9572917	-130.71619	-4.6728349	11.174694	13.443438
32	0.0046528	-0.1583333	0.7572917	6.6979642	-5.23347	8.2193732	7.0842598
33	0.0046528	-0.2583333	0.5572917	19.458045	-7.1541932	6.2597426	5.4272029
34	0.0046528	-0.2583333	0.3572917	27.574768	-6.7861566	4.1160936	3.3520357
35	-0.0053472	-0.1583333	0.2572917	-37.658945	-3.8490426	3.266087	1.6511395
36	-0.0053472	-0.1583333	0.5572917	-49.834029	-4.4010976	6.4815604	4.5754337
37	-0.0353472	-0.6583333	-0.4427083	-179.97977	-12.611706	-2.0990845	15.593773

Lampiran B4 (lanjutan)

Obs. Ke-	$X_i - \bar{X}$			$(X_i - \bar{X})S^{-1}$			d_i^2
	Densitas	Viscositas	Residu	Densitas	Viscositas	Residu	
38	0.0046528	-0.2583333	-0.1427083	47.866574	-5.8660651	-1.2430288	1.9155032
39	-0.0053472	-0.2583333	-0.1427083	-16.782141	-5.4017292	-0.8371926	1.6046589
40	0.0046528	-0.2583333	0.0572917	39.749851	-6.2341017	0.9006202	1.8470215
41	-0.0053472	-0.1583333	-0.0427083	-25.483861	-3.2969877	0.0506135	0.6561293
42	0.0046528	-0.3583333	0.1572917	40.334849	-8.7068797	2.156463	3.646828
43	0.0046528	-0.1583333	0.3572917	22.931409	-4.4973968	3.9320753	2.2236803
44	0.0046528	-0.1583333	0.0572917	35.106493	-3.9453419	0.7166019	0.8290772
45	0.0146528	0.0416667	-0.1427083	98.585213	0.5358783	-2.2009198	1.7809651
46	-0.0153472	0.0416667	-0.8427083	-66.952405	3.2170141	-8.4861828	8.3129526
47	-0.0053472	0.0416667	-0.3427083	-22.595495	1.8325867	-3.5328965	1.407934
48	-0.0053472	0.0416667	-0.1427083	-30.712218	1.4645501	-1.3892475	0.4235052
49	-0.0053472	-0.1583333	0.1572917	-33.600584	-3.6650243	2.1942625	1.1051045
50	-0.0153472	-0.3583333	-0.1427083	-76.787498	-7.226153	-0.2473382	3.8031435
51	0.0046528	-0.1583333	-0.0427083	39.164854	-3.7613236	-0.3552226	0.7929392
52	-0.0153472	0.2416667	-0.2427083	-100.58929	6.6904237	-2.4232725	3.748767
53	-0.0153472	0.2416667	-0.0427083	-108.70601	6.3223871	-0.2796236	3.2081878
54	-0.0053472	0.2416667	-0.1427083	-39.998935	6.0420696	-1.7572842	1.9248291
55	-0.0053472	-0.0583333	0.2572917	-42.302304	-1.5602829	3.0820687	1.1102069
56	0.0146528	0.2416667	0.6572917	56.831605	3.6412514	6.0056394	5.6601667
57	-0.0153472	-0.1583333	0.2572917	-102.30766	-3.3847068	3.6719231	3.0508055
58	-0.0053472	-0.3583333	0.3572917	-32.430589	-8.6105804	4.7059481	4.9402676
59	0.0046528	-0.3583333	0.7572917	15.984682	-9.8109895	8.5874098	10.093152
60	-0.0053472	0.0416667	0.3572917	-51.004024	0.5444585	3.9698748	1.7138188
61	0.0046528	-0.1583333	0.1572917	31.048131	-4.1293602	1.7884264	1.07958
62	0.0046528	-0.1583333	0.4572917	18.873048	-4.6814151	5.0038998	3.1172778
63	0.0046528	-0.1583333	0.6572917	10.756325	-5.0494517	7.1475488	5.5475676
64	-0.0153472	-0.1583333	0.3572917	-106.36602	-3.5687251	4.7437476	3.8923726
65	-0.0053472	-0.3583333	0.1572917	-24.313866	-8.2425438	2.5622991	3.4866181
66	0.0046528	0.0416667	0.1572917	21.761414	0.4481593	1.4203898	0.3433398
67	-0.0053472	-0.3583333	-0.3427083	-4.0220603	-7.3224523	-2.7968233	3.6038802
68	0.0046528	-0.1583333	-0.5427083	59.45666	-2.8412321	-5.714345	3.827723
69	-0.0053472	-0.3583333	-0.2427083	-8.0804215	-7.5064706	-1.7249988	3.151698
70	0.0046528	-0.1583333	-0.4427083	55.398299	-3.0252504	-4.6425205	2.7920365
71	-0.0053472	-0.3583333	-0.5427083	4.0946621	-6.9544157	-4.9404722	5.1513394
72	-0.0053472	-0.3583333	-0.4427083	0.0363009	-7.138434	-3.8686478	4.2704274
73	-0.0053472	-0.2583333	-0.6427083	3.5096645	-4.4816377	-6.196315	5.1214127

Lampiran B4 (lanjutan)

Obs. Ke-	$X_i - \bar{X}$			$(X_i - \bar{X})S^{-1}$			d_i^2
	Densitas	Viscositas	Residu	Densitas	Viscositas	Residu	
74	-0.0053472	0.0416667	-0.3427083	-22.595495	1.8325867	-3.5328965	1.407934
75	0.0046528	0.0416667	-0.1427083	33.936497	1.0002142	-1.7950837	0.455748
76	0.0046528	0.0416667	0.2572917	17.703053	0.264141	2.4922142	0.7346002
77	-0.0053472	-0.3583333	0.0572917	-20.255505	-8.0585255	1.4904746	3.0813408
78	-0.0053472	0.0416667	0.1572917	-42.887301	0.9124952	1.8262259	0.5545987
79	-0.0053472	-0.1583333	-0.8427083	6.9830281	-1.8248413	-8.5239823	7.4348243
80	0.0046528	-0.1583333	0.1572917	31.048131	-4.1293602	1.7884264	1.07958
81	-0.0053472	-0.1583333	0.5572917	-49.834029	-4.4010976	6.4815604	4.5754337
82	-0.0053472	0.0416667	-0.0427083	-34.770579	1.2805318	-0.3174231	0.2528381
83	0.0046528	0.0416667	0.2572917	17.703053	0.264141	2.4922142	0.7346002
84	0.0046528	0.0416667	-0.1427083	33.936497	1.0002142	-1.7950837	0.455748
85	-0.0053472	-0.1583333	0.0572917	-29.542223	-3.481006	1.122438	0.7734345
86	-0.0053472	-0.1583333	-0.1427083	-21.4255	-3.1129694	-1.0212109	0.7531891
87	0.0046528	0.0416667	0.2572917	17.703053	0.264141	2.4922142	0.7346002
88	0.0046528	0.0416667	0.3572917	13.644691	0.0801227	3.5640387	1.3402255
89	-0.0053472	-0.1583333	0.2572917	-37.658945	-3.8490426	3.266087	1.6511395
90	-0.0053472	0.0416667	0.1572917	-42.887301	0.9124952	1.8262259	0.5545987
91	0.0046528	-0.0583333	0.0572917	30.463134	-1.6565822	0.5325836	0.2688848
92	0.0046528	-0.0583333	0.3572917	18.28805	-2.2086371	3.748057	1.5530769
93	-0.0053472	-0.1583333	0.0572917	-29.542223	-3.481006	1.122438	0.7734345
94	-0.0153472	0.0416667	0.3572917	-115.65274	1.0087944	4.375711	3.3803865
95	-0.0153472	-0.1583333	-0.0427083	-90.132577	-2.8326519	0.4564497	1.8122937
96	-0.0053472	0.0416667	0.1572917	-42.887301	0.9124952	1.8262259	0.5545987
97	-0.0053472	-0.3583333	-0.2427083	-8.0804215	-7.5064706	-1.7249988	3.151698
98	0.0046528	-0.1583333	0.0572917	35.106493	-3.9453419	0.7166019	0.8290772
99	0.0046528	-0.1583333	0.4572917	18.873048	-4.6814151	5.0038998	3.1172778
100	-0.0053472	-0.3583333	-0.6427083	8.1530233	-6.7703974	-6.0122967	6.2466163
101	-0.0053472	-0.3583333	-0.0427083	-16.197144	-7.8745072	0.4186501	2.8904283
102	0.0146528	0.0416667	0.3572917	78.293407	-0.3842132	3.1582026	2.2596065
103	0.0046528	0.0416667	0.5572917	5.527969	-0.2879139	5.7076877	3.1945708
104	0.0046528	0.0416667	0.3572917	13.644691	0.0801227	3.5640387	1.3402255
105	-0.0053472	0.0416667	0.1572917	-42.887301	0.9124952	1.8262259	0.5545987
106	0.0046528	0.0416667	0.5572917	5.527969	-0.2879139	5.7076877	3.1945708
107	-0.0053472	-0.1583333	0.1572917	-33.600584	-3.6650243	2.1942625	1.1051045
108	0.0046528	0.0416667	0.0572917	25.819775	0.6321776	0.3485653	0.1664443
109	-0.0153472	-0.1583333	-0.3427083	-77.957493	-2.2805969	-2.7590238	2.5030659

Lampiran B4 (lanjutan)

Obs. Ke-	$X_i - \bar{X}$			$(X_i - \bar{X})S^{-1}$			d_i^2
	Densitas	Viscositas	Residu	Densitas	Viscositas	Residu	
110	0.0046181	-0.0819444	0.2034722	34.509696	-2.0338866	2.0359634	0.7402954
111	0.0046181	-0.0819444	-0.0965278	40.498265	-1.7592347	-0.9911739	0.4268586
112	-0.0053819	-0.1819444	0.1034722	-36.310093	-3.5936378	1.3180872	0.9856467
113	-0.0053819	0.6180556	-0.0965278	-63.191089	12.887215	-1.4324095	8.4433733
114	-0.0053819	0.6180556	0.0034722	-65.187279	12.795665	-0.4233637	8.257796
115	0.0046181	-0.0819444	-0.0965278	40.498265	-1.7592347	-0.9911739	0.4268586
116	0.0046181	-0.0819444	-0.0965278	40.498265	-1.7592347	-0.9911739	0.4268586
117	0.0046181	-0.0819444	0.2034722	34.509696	-2.0338866	2.0359634	0.7402954
118	0.0046181	-0.0819444	0.0034722	38.502076	-1.8507853	0.0178718	0.3295284
119	-0.0053819	-0.0819444	0.0034722	-38.173075	-1.4648681	0.2174908	0.3262384
120	-0.0053819	-0.0819444	-0.0965278	-36.176886	-1.3733175	-0.791555	0.3836448
121	-0.0153819	-0.1819444	0.4034722	-118.97381	-3.4823725	4.5448435	4.297365
122	-0.0053819	-0.1819444	-0.0965278	-32.317714	-3.4105365	-0.7000043	0.8620302
123	-0.0053819	-0.1819444	-0.0965278	-32.317714	-3.4105365	-0.7000043	0.8620302
124	0.0046181	0.0180556	-0.1965278	38.635283	0.369535	-2.0917704	0.596183
125	0.0046181	0.0180556	0.2034722	30.650524	0.0033324	1.9444127	0.53724
126	0.0046181	0.0180556	0.0034722	34.642904	0.1864337	-0.0736788	0.1630932
127	-0.0053819	-0.1819444	0.2034722	-38.306283	-3.6851884	2.327133	1.3501688
128	0.0046181	0.0180556	0.6034722	22.665766	-0.3628702	5.9805958	3.7072434
129	0.0046181	0.0180556	0.3034722	28.654335	-0.0882183	2.9534585	1.0270271
130	-0.0053819	0.0180556	0.5034722	-52.013195	0.1145976	5.171169	2.8855412
131	-0.0053819	0.0180556	0.6034722	-54.009385	0.023047	6.1802148	4.0206796
132	-0.0053819	0.0180556	0.6034722	-54.009385	0.023047	6.1802148	4.0206796
133	-0.0153819	-0.1819444	-0.1965278	-106.99668	-2.9330686	-1.5094311	2.4761176
134	-0.0053819	-0.1819444	-0.5965278	-22.336766	-2.9527833	-5.7452332	4.0846489
135	0.0046181	0.0180556	0.2034722	30.650524	0.0033324	1.9444127	0.53724
136	-0.0053819	0.0180556	0.0034722	-42.032247	0.5723509	0.1259401	0.2369866
137	-0.0053819	0.0180556	-0.0965278	-40.036058	0.6639015	-0.8831056	0.3127032
138	-0.0053819	0.0180556	0.0034722	-42.032247	0.5723509	0.1259401	0.2369866
139	-0.0053819	-0.1819444	0.0034722	-34.313904	-3.5020871	0.3090414	0.8229339
140	-0.0153819	-0.1819444	-0.5965278	-99.011917	-2.5668661	-5.5456142	5.2981358
141	-0.0153819	0.0180556	-0.7965278	-102.73788	1.6906732	-7.7468071	7.7813814
142	-0.0053819	0.0180556	0.1034722	-44.028437	0.4808002	1.1349859	0.3630792
143	0.0046181	0.0180556	-0.0965278	36.639093	0.2779843	-1.0827246	0.2787335
144	0.0046181	0.0180556	0.0034722	34.642904	0.1864337	-0.0736788	0.1630932
145	-0.0053819	-0.3819444	-0.2965278	-20.606991	-7.3018732	-2.5349946	3.6515119

Lampiran B4 (lanjutan)

Obs. Ke-	$X_i - \bar{X}$			$(X_i - \bar{X})S^{-1}$			d_i^2
	Densitas	Viscositas	Residu	Densitas	Viscositas	Residu	
146	0.0046181	-0.0819444	0.1034722	36.505886	-1.942336	1.0269176	0.4340073
147	0.0046181	0.0180556	-0.0965278	36.639093	0.2779843	-1.0827246	0.2787335
148	-0.0353819	-0.1819444	-0.5965278	-252.36222	-1.7950317	-5.1463763	12.325618
149	-0.0153819	0.0180556	-0.2965278	-112.71883	1.23292	-2.7015782	2.5571888
150	-0.0253819	0.0180556	0.2034722	-199.37493	1.1610839	2.5432696	5.5989721
151	0.0046181	0.0180556	-0.5965278	46.620041	0.7357375	-6.1279534	3.8840725
152	0.0146181	0.0180556	-0.0965278	113.31424	-0.1079329	-1.2823435	1.7782669
153	0.0146181	0.0180556	-0.1965278	115.31043	-0.0163822	-2.2913893	2.1356402
154	0.0146181	0.2180556	-0.1965278	107.59209	4.0580557	-2.4744906	2.9439749
155	0.0146181	0.2180556	-0.0965278	105.5959	3.9665051	-1.4654448	2.5499813
156	0.0046181	0.2180556	-0.2965278	32.913129	4.5355236	-3.2839174	2.1147635
157	0.0246181	-0.0819444	-0.5965278	203.82952	-2.0733158	-6.4356407	9.0268215
158	0.0046181	-0.1819444	-0.5965278	54.338385	-3.3387004	-5.9448522	4.4046651
159	0.0246181	-0.0819444	-0.0965278	193.84857	-2.5310691	-1.3904119	5.1137952
160	0.0146181	-0.0819444	0.0034722	115.17723	-2.2367025	-0.1817471	1.8663214
161	0.0046181	-0.0819444	-0.0965278	40.498265	-1.7592347	-0.9911739	0.4268586
162	0.0146181	-0.0819444	-0.1965278	119.16961	-2.0536012	-2.1998387	2.3426385
163	0.0046181	0.2180556	0.2034722	22.932181	4.0777703	1.7613114	1.3534605
164	0.0246181	0.2180556	0.4034722	172.2901	3.1228347	3.3801651	6.2862015
165	0.0146181	0.4180556	-0.0965278	97.877557	8.0409431	-1.6485461	4.951471
166	0.0246181	0.4180556	-0.0965278	174.55271	7.6550259	-1.8481651	7.6757736
167	0.0146181	0.4180556	0.0034722	95.881367	7.9493924	-0.6395003	4.7226663
168	0.0146181	0.4180556	0.0034722	95.881367	7.9493924	-0.6395003	4.7226663
169	0.0146181	0.2180556	0.0034722	103.59971	3.8749544	-0.4563991	2.357797
170	0.0146181	0.2180556	0.2034722	99.607332	3.6918532	1.5616925	2.5788556
171	0.0246181	0.2180556	0.3034722	174.28629	3.2143853	2.3711193	5.7110731
172	0.0146181	0.2180556	0.5034722	93.618763	3.4172012	4.5888298	4.4240123
173	0.0146181	0.2180556	0.3034722	97.611142	3.6003025	2.5707383	2.9920987
174	0.0146181	0.2180556	0.4034722	95.614952	3.5087519	3.579784	3.6071509
175	0.0146181	0.0180556	0.1034722	109.32186	-0.2910342	0.735748	1.6689478
176	0.0246181	0.2180556	0.2034722	176.28248	3.305936	1.3620735	5.3377538
177	0.0146181	0.0180556	0.1034722	109.32186	-0.2910342	0.735748	1.6689478
178	0.0146181	0.0180556	0.0034722	111.31805	-0.1994835	-0.2732978	1.6227028
179	0.0046181	-0.1819444	-0.0965278	44.357437	-3.7964537	-0.8996233	0.9824274
180	0.0046181	-0.1819444	0.1034722	40.365058	-3.979555	1.1184682	1.0261964
181	-0.0053819	0.0180556	-0.0965278	-40.036058	0.6639015	-0.8831056	0.3127032

Lampiran B4 (lanjutan)

Obs. Ke-	$X_i - \bar{X}$			$(X_i - \bar{X})S^{-1}$			d_i^2
	Densitas	Viscositas	Residu	Densitas	Viscositas	Residu	
182	0.0146181	0.0180556	0.1034722	109.32186	-0.2910342	0.735748	1.6689478
183	0.0046181	0.0180556	-0.0965278	36.639093	0.2779843	-1.0827246	0.2787335
184	0.0146181	0.0180556	0.0034722	111.31805	-0.1994835	-0.2732978	1.6227028
185	0.0046181	0.0180556	-0.1965278	38.635283	0.369535	-2.0917704	0.596183
186	0.0146181	0.0180556	0.1034722	109.32186	-0.2910342	0.735748	1.6689478
187	0.0146181	-0.0819444	0.1034722	113.18104	-2.3282532	0.8272986	1.9308765
188	-0.0053819	-0.3819444	0.2034722	-30.587939	-7.7596264	2.5102343	3.6391317
189	0.0046181	0.0180556	-0.0965278	36.639093	0.2779843	-1.0827246	0.2787335
190	-0.0053819	0.0180556	-0.3965278	-34.047489	0.9385534	-3.9102429	1.7507077
191	0.0146181	0.0180556	-0.1965278	115.31043	-0.0163822	-2.2913893	2.1356402
192	0.0146181	0.1180556	-0.0965278	109.45507	1.9292861	-1.3738942	1.9604022
193	-0.0153819	-0.3819444	-0.5965278	-91.293573	-6.641304	-5.3625129	7.1397698
194	-0.0153819	-0.1819444	-0.3965278	-103.0043	-2.7499673	-3.5275227	3.4835084
195	-0.0053819	0.0180556	-0.5965278	-30.05511	1.1216547	-5.9283345	3.7184232
196	0.0046181	0.0180556	-0.1965278	38.635283	0.369535	-2.0917704	0.596183
197	0.0046181	0.0180556	-0.0965278	36.639093	0.2779843	-1.0827246	0.2787335
198	0.0046181	0.0180556	-0.1965278	38.635283	0.369535	-2.0917704	0.596183
199	0.0146181	0.0180556	-0.1965278	115.31043	-0.0163822	-2.2913893	2.1356402
200	0.0146181	-0.0819444	-0.0965278	117.17342	-2.1451519	-1.1907929	2.0035754
201	0.0046181	0.0180556	0.1034722	32.646714	0.094883	0.935367	0.249262
202	0.0046181	0.0180556	-0.0965278	36.639093	0.2779843	-1.0827246	0.2787335
203	-0.0053819	-0.1819444	-0.0965278	-32.317714	-3.4105365	-0.7000043	0.8620302
204	-0.0153819	-0.1819444	-0.2965278	-105.00049	-2.841518	-2.5184769	2.8789084
205	0.0146181	0.0180556	-0.1965278	115.31043	-0.0163822	-2.2913893	2.1356402
206	0.0046181	0.0180556	-0.2965278	40.631472	0.4610856	-3.1008161	1.1154417
207	0.0146181	0.0180556	0.0034722	111.31805	-0.1994835	-0.2732978	1.6227028
208	0.0046181	0.0180556	-0.1965278	38.635283	0.369535	-2.0917704	0.596183
209	0.0146181	0.2180556	-0.5965278	115.57685	4.4242583	-6.5106737	6.5380406
210	0.0046181	0.0180556	-0.1965278	38.635283	0.369535	-2.0917704	0.596183
211	0.0046181	0.0180556	0.0034722	34.642904	0.1864337	-0.0736788	0.1630932
212	0.0046181	0.0180556	0.1034722	32.646714	0.094883	0.935367	0.249262
213	0.0046181	0.0180556	0.0034722	34.642904	0.1864337	-0.0736788	0.1630932
214	0.0046181	0.0180556	0.1034722	32.646714	0.094883	0.935367	0.249262
215	0.0046181	0.0180556	0.1034722	32.646714	0.094883	0.935367	0.249262
216	0.0046181	0.0180556	0.2034722	30.650524	0.0033324	1.9444127	0.53724
217	0.0046181	0.0180556	0.0034722	34.642904	0.1864337	-0.0736788	0.1630932

Lampiran B4 (lanjutan)

Obs. Ke-	$X_i - \bar{X}$			$(X_i - \bar{X})S^{-1}$			d_i^2
	Densitas	Viscositas	Residu	Densitas	Viscositas	Residu	
218	0.0046181	0.0180556	0.2034722	30.650524	0.0033324	1.9444127	0.53724
219	0.0046181	0.0180556	0.3034722	28.654335	-0.0882183	2.9534585	1.0270271
220	0.0046181	0.0180556	0.2034722	30.650524	0.0033324	1.9444127	0.53724
221	-0.0053819	-0.1819444	-0.0965278	-32.317714	-3.4105365	-0.7000043	0.8620302
222	-0.0053819	-0.1819444	0.1034722	-36.310093	-3.5936378	1.3180872	0.9856467
223	0.0046181	-0.1819444	0.2034722	38.368868	-4.0711056	2.127514	1.3507946
224	0.0046181	-0.0819444	0.3034722	32.513507	-2.1254373	3.0450091	1.2483926
225	-0.0053819	0.8180556	-0.0965278	-70.909433	16.961653	-1.6155108	14.413147
226	-0.0053819	0.0180556	-0.3965278	-34.047489	0.9385534	-3.9102429	1.7507077
227	-0.0153819	0.6180556	-0.0965278	-139.86624	13.273133	-1.2327905	10.473947
228	-0.0153819	0.6180556	-0.0965278	-139.86624	13.273133	-1.2327905	10.473947
229	-0.0053819	0.8180556	0.1034722	-74.901812	16.778552	0.4025808	14.170561
230	-0.0153819	0.1180556	0.2034722	-126.55895	2.8123857	2.2521	2.7369803
231	-0.0053819	0.4180556	0.2034722	-61.461314	8.5381255	1.7778291	4.261931
232	-0.0053819	0.6180556	0.1034722	-67.183468	12.704114	0.5856821	8.2740278
233	0.0046181	0.2180556	0.2034722	22.932181	4.0777703	1.7613114	1.3534605
234	-0.0053819	-0.1819444	0.1034722	-36.310093	-3.5936378	1.3180872	0.9856467
235	0.0046181	-0.0819444	0.1034722	36.505886	-1.942336	1.0269176	0.4340073
236	0.0046181	0.0180556	-0.1965278	38.635283	0.369535	-2.0917704	0.596183
237	-0.0053819	-0.0819444	-0.0965278	-36.176886	-1.3733175	-0.791555	0.3836448
238	-0.0153819	-0.1819444	-0.2965278	-105.00049	-2.841518	-2.5184769	2.8789084
239	-0.0053819	-0.1819444	-0.1965278	-30.321524	-3.3189858	-1.7090501	1.1029356
240	-0.0153819	-0.1819444	-0.0965278	-108.99286	-3.0246193	-0.5003854	2.275136
241	0.0046181	-0.0819444	0.2034722	34.509696	-2.0338866	2.0359634	0.7402954
242	0.0046181	0.0180556	0.1034722	32.646714	0.094883	0.935367	0.249262
243	0.0146181	-0.0819444	0.2034722	111.18485	-2.4198038	1.8363444	2.1972408
244	-0.0053819	-0.0819444	0.2034722	-42.165455	-1.6479694	2.2355823	0.816853
245	-0.0053819	-0.0819444	-0.1965278	-34.180696	-1.2817668	-1.8006007	0.6428603
246	-0.0153819	-0.1819444	-0.3965278	-103.0043	-2.7499673	-3.5275227	3.4835084
247	0.0046181	0.6180556	0.1034722	9.4916826	12.318197	0.3860631	7.69711
248	-0.0053819	0.4180556	0.0034722	-57.468935	8.7212268	-0.2402624	3.9544177
249	0.0046181	0.2180556	-0.0965278	28.920749	4.3524223	-1.2658259	1.2048148
250	0.0046181	0.0180556	0.0034722	34.642904	0.1864337	-0.0736788	0.1630932
251	-0.0153819	0.6180556	-0.1965278	-137.87005	13.364683	-2.2418363	10.821409
252	-0.0153819	0.6180556	-0.0965278	-139.86624	13.273133	-1.2327905	10.473947
253	0.0246181	0.0180556	-0.4965278	197.97415	-0.1276475	-5.5181456	7.6113465

Lampiran B4 (lanjutan)

Obs. Ke-	$X_i - \bar{X}$			$(X_i - \bar{X})S^{-1}$			d_i^2
	Densitas	Viscositas	Residu	Densitas	Viscositas	Residu	
254	-0.0253819	0.6180556	0.1034722	-220.53377	13.475948	0.98492	14.028373
255	-0.0453819	0.2180556	-0.1965278	-352.45882	6.3735589	-1.2767768	17.635978
256	-0.0553819	0.4180556	-0.2965278	-434.85612	10.925465	-2.2693049	29.323541
257	-0.0553819	0.2180556	-0.2965278	-427.13778	6.8510267	-2.0862037	25.768242
258	-0.0553819	-0.3819444	-0.2965278	-403.98275	-5.3722872	-1.5368998	24.880999
259	-0.0353819	-0.1819444	0.6034722	-276.31649	-2.8936394	6.962173	14.504574
260	-0.0153819	-0.3819444	-0.0965278	-101.27452	-7.0990573	-0.3172841	4.2998713
261	-0.0053819	-0.1819444	0.8034722	-50.28342	-4.2344923	8.3814076	7.7752931
262	-0.0053819	-0.1819444	0.4034722	-42.298662	-3.8682897	4.3452245	2.6846403
263	-0.0053819	-0.1819444	0.2034722	-38.306283	-3.6851884	2.327133	1.3501688
264	-0.0053819	-0.1819444	0.3034722	-40.302472	-3.7767391	3.3361788	1.9164999
265	-0.0053819	-0.1819444	-0.0965278	-32.317714	-3.4105365	-0.7000043	0.8620302
266	0.0046181	-0.1819444	-0.1965278	46.353627	-3.704903	-1.9086691	1.2632566
267	0.0046181	-0.1819444	-0.0965278	44.357437	-3.7964537	-0.8996233	0.9824274
268	0.0046181	-0.1819444	-0.1965278	46.353627	-3.704903	-1.9086691	1.2632566
269	0.0046181	-0.1819444	-0.0965278	44.357437	-3.7964537	-0.8996233	0.9824274
270	0.0046181	-0.1819444	-0.0965278	44.357437	-3.7964537	-0.8996233	0.9824274
271	-0.0153819	-0.3819444	-0.5965278	-91.293573	-6.641304	-5.3625129	7.1397698
272	-0.0053819	-0.1819444	-0.5965278	-22.336766	-2.9527833	-5.7452332	4.0846489
273	-0.0053819	-0.1819444	-0.5965278	-22.336766	-2.9527833	-5.7452332	4.0846489
274	-0.0053819	-0.1819444	-0.4965278	-24.332955	-3.0443339	-4.7361874	3.0365069
275	-0.0053819	0.0180556	-0.1965278	-38.039868	0.7554521	-1.8921514	0.5902289
276	-0.0053819	0.0180556	-0.0965278	-40.036058	0.6639015	-0.8831056	0.3127032
277	-0.0153819	-0.3819444	-0.4965278	-93.289763	-6.7328547	-4.3534672	6.1681718
278	0.0046181	-0.0819444	-0.3965278	46.486834	-1.4845827	-4.0183113	1.9297041
279	0.0146181	0.0180556	-0.5965278	123.29519	0.3498203	-6.3275724	5.5832249
280	0.0146181	0.0180556	-0.3965278	119.30281	0.166719	-4.3094809	3.4558142
281	0.0046181	0.0180556	-0.3965278	42.627662	0.5526362	-4.1098619	1.8365095
282	0.0046181	0.0180556	-0.1965278	38.635283	0.369535	-2.0917704	0.596183
283	0.0146181	0.2180556	0.1034722	101.60352	3.7834038	0.5526467	2.3674217
284	0.0046181	-0.3819444	0.1034722	48.083402	-8.0539929	1.3015695	3.432906
285	0.0046181	-0.3819444	-0.1965278	54.07197	-7.779341	-1.7255678	3.5601054
286	0.0246181	0.2180556	0.1034722	178.27867	3.3974866	0.3530278	5.1662436
287	0.0046181	-0.0819444	-0.0965278	40.498265	-1.7592347	-0.9911739	0.4268586
288	0.0046181	-0.0819444	-0.2965278	44.490644	-1.5761334	-3.0092655	1.2269464

Lampiran C : Output Pengujian Homogen varians dengan SPSS

Mesin 1

Box's M	547.995
F	1.733
df1	240
df2	1.269E4
Sig.	.000

Mesin 2

Box's M	618.076
F	1.739
df1	270
df2	1.421E4
Sig.	.000

Lampiran D : Kapabilitas Proses dengan MATLAB

```
%VARIABEL DAN NILAI BATAS SPESIFIKASI
clear all;
clc;
disp ('MASUKKAN JUMLAH VARIABEL')
v=input ('jumlah variabel:');
disp(' ')
disp('.....')
for i=1:v
disp ('BATAS SPESIFIKASI VARIABEL'), disp
(i)
BSB=input ('BSB=');
BSA=input ('BSA=');
tgh = 0.5 * (BSA+BSB);
vektgh(1,i)= tgh;
disp ('-----')
end

%MEMASUKKAN DATA
disp ('masukkan data')
disp ('-----')
% data =input ('data: ');
data=xlsread('Datarata1.xlsx')
disp (' ')

%Perhitungan S
disp ('Jumlah data')
n=size (data,1)
disp ('Vektor rata-rata data')
rata = mean (data)
disp ('varian-kovarian data')
varkov=cov (data)
format shorte
disp (' invers varian-kovarian data')
invvarkov = inv (varkov)
```


Lampiran D (lanjutan)

```

disp ('Invers A')
invA=data' * data

D=0;
for i=1:n
    dtindv=data (i,:);
    dtmean=dtindv-rata;
    S(i)=dtmean*invA* dtmean';
    D=D+S(i);
end
disp('S=');
disp (D)

%PERHITUNGAN K^2
ratrat= rata-vektgh;
k2=ratrat *invvarkov *ratrat';
disp('k2='); disp (k2)
%PERHITUNGAN CP
cs=input ('chi-square(v, 0.9973)=');
teta2 = (n-1)* v/D;
cp=(sqrt(k2)/cs)*sqrt(teta2)

```

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah-langkah Analisis	18
Gambar 4.1 Hotelling T^2 proses produksi mesin 1 kondisi 1	28
Gambar 4.2 Hotelling T^2 proses produksi mesin 1 kondisi 2	29
Gambar 4.3 Hotelling T^2 proses produksi mesin 1 terkendali.....	30
Gambar 4.4 Hotelling T^2 proses produksi mesin 2 kondisi 1	31
Gambar 4.5 Hotelling T^2 proses produksi mesin 2 kondisi 2	32
Gambar 4.6 Hotelling T^2 proses produksi mesin 2 Terkendali	32

“Halaman ini sengaja dikosongkan”